Ionuț Gabriel GHIONEA

Module de proiectare asistată în CATIA V5

cu aplicații în construcția de mașini

Editura BREN
București, 2004

Copyright © BREN, 2004
Toate drepturile aparţin autorului.

Editură acreditată CNCSIS

Reproducerea integrală sau parţială a textului sau a figurilor din această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al autorului şi al Editurii BREN.

Adresa: EDITURA BREN
Str. Lucăceşti nr. 12
sector 6, Bucureşti

Tel/Fax: (021) 223.43.47
(021) 224.81.55

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
GHIONEA, IONUŢ GABRIEL
Module de proiectare asistată în CATIA V5 cu aplicaţii în construcţia de maşini / Ionuţ Gabriel Ghionea - Bucureşti: Bren, 2004
Bibliogr.
ISBN 973-648-317-7

345

Referenţi ştiinţifici:

Prof. univ. dr. ing. Constantin STĂNCESCU
Prof. univ. dr. ing. Miron ZAPCIU
Universitatea POLITEHNICA din Bucureşti

Bun de tipar: 23.06.2004
ISBN: 973-648-317-7

Imprimat în ROMÂNIA
Tipar: BREN PROD s.r.l.

PREFAȚĂ

Prezenta lucrare face parte din seria de manuale care prezintă caracteristicile de bază şi noutăţile programelor moderne de proiectare asistată, răspunzând cerinţei de cunoaştere a programului CATIA V5.

Cartea pune la îndemâna studenţilor şi inginerilor proiectanţi numeroase metode de modelare tridimensională a pieselor şi ansamblurilor mecanice întâlnite în domeniul construcţiei de maşini, prin prezentarea a cinci dintre modulele de bază ale programului CATIA V5. Pentru facilitarea înţelegerii problemelor propuse, se utilizează reprezentări ortogonale şi izometrice, care oferă o imagine spaţială, sprijinind utilizatorul în înţelegerea reprezentărilor ortogonale.

Caracterul de noutate al lucrării constă în modul de abordare a tematicii propuse, prin tratarea, în 7 capitole, a caracteristicilor programului CATIA V5, legate de interfaţă, prezentarea instrumentelor de lucru, metode de proiectare parametrizată a pieselor şi ansamblurilor mecanice.

Ultimul capitol al lucrării propune spre rezolvare 25 de aplicaţii din domeniul reprezentărilor în desenul tehnic industrial, pentru a servi la o mai bună înţelegere şi aprofundare a noţiunilor teoretice.

Abordarea programului CATIA V5 este mai facilă celor care au un minim de experienţă în utilizarea altor programe, precum AutoCAD, Pro Engineer, Solid Edge sau Unigraphics, dar şi temeinice cunoştinţe de desen tehnic.

Autorul recomandă cititorilor să deschidă şi să urmărească cu interes şi stăruinţă paginile acestei cărţi, pentru a dobândi şi aplica cu succes facilităţile şi tehnicile de proiectare asistată ale programului CATIA V5.

De asemenea, autorul ţine să mulţumească tuturor celor care au sprijinit cu idei şi observaţii apariţia cărţii, conducerii echipei laboratorului Ingenierie, Mecanique, Systeme, din cadrul Universităţii Ecole Nationale Superieure d'Arts et Metiers din Aix-en-Provence, Franţa, colegilor de la catedra Tehnologia Construcţiilor de Maşini şi catedra Maşini şi Sisteme de Producţie, din Universitatea POLITEHNICA din Bucureşti, colegilor de la centrele de cercetare PREMINV şi OPTIMUM, Editurii BREN, dar şi cititorilor care vor contribui cu sugestii la îmbunătăţirea acestui material în vederea unei eventuale reeditări.

Ionuţ Gabriel GHIONEA
Bucureşti, 2004

Modules of assisted conception in CATIA V5
with applications in the machine building

The work "Modules of assisted conception in CATIA V5" has a pronounced character educational and applicatif, and puts the accent on the main aspects of the computer aided design, on various methods of component design in the field of machine building, on ways of realizing execution designs of these components, but also on modern techniques of parametric design..

The modules of the software CATIA V5 are described both theoretically and with the aid of numerous examples and concise exercises, that gradually lead the reader towards the correct solution.

The work describes the main characteristics and techniques of using the following five basis modules of the CATIA software:

- CATIA Sketcher
- CATIA Part Design
- CATIA Assembly Design
- CATIA Drafting
- CATIA Knowledge Advisor

By its many features, by the modern approach to the computer aided design, by its intuitive and user friendly user interface, CATIA V5 sets new standards of performance and flexibility for the design engineers and the creators of models and products.

Modules de conception assistée dans CATIA V5
avec applications dans la construction de machines

L'ouvrage "Modules de conception assistée dans CATIA V5" a un caractère marqué pédagogique et applicatif, et met l'accent sur les principaux aspects de la conception assistée par l'ordinateur, les méthodes de réalisation des pièces et des ensembles rencontrés dans la construction de machines, la réalisation des dessins d'exécution de celles-ci, ainsi que sur les techniques modernes de conception paramétrée.

Les modules du logiciel CATIA V5 sont présentés autant du point de vue théorique, que du point de vue pratique, grâce à de nombreux exemples et applications concis qui mènent le lecteur au fur et a mesure à la solution.

L'ouvrage présente les principales caractéristiques et techniques d'applicabilité des cinq modules suivants, de base, du logiciel:

- CATIA Sketcher
- CATIA Part Design
- CATIA Assembly Design
- CATIA Drafting
- CATIA Knowledge Advisor

A l'aide de ses nombreuses fonctionnalités, grâce à sa façon moderne d'approcher des techniques de conception assistée, par l'interface intuitive et sa facilité en utilisation, le logiciel CATIA V5 ouvre de nouveaux horizons de performance et de flexibilité aux ingénieurs concepteurs, aux créateurs de modèles et de produits.

CUPRINS

Capitolul 1. INTRODUCERE.....9
1.1. Obiectivele şi posibilităţile proiectării asistate.....9
1.2. Proiectarea asistată de calculator în fazele de concepţie şi dezvoltare ale unui produs.....12
1.3. Conceptele şi avantajele prototipului virtual.....14
1.4. Aspecte generale privind proiectarea asistată în CATIA V5.....15
1.5. Concluzii.....16

Capitolul 2. MODULUL CATIA SKETCHER.....17
2.1. Introducere.....17
2.2. Interfaţa modulului CATIA Sketcher.....17
2.3. Barele de instrumente pentru schiţare şi constrângere.....19
2.3.1. Bara de instrumente Sketch tools.....19
2.3.1.1. Instrumentul Snap to Points.....19
2.3.1.2. Instrumentul Construction/Standard Element.....20
2.3.1.3. Instrumentul Geometrical Constraints.....20
2.3.1.4. Instrumentul Dimensional Constraints.....21
2.3.2. Bara de instrumente Profile.....21
2.3.2.1. Instrumentul Profile.....21
2.3.2.2. Instrumentul Predefined Profile.....22
2.3.2.3. Instrumentele Circle.....25
2.3.2.4. Instrumentele Conic.....27
2.3.2.5. Instrumentele Spline.....28
2.3.2.6. Instrumentele Line.....29
2.3.2.7. Instrumentul Axis.....30
2.3.2.8. Instrumentele Point.....31
2.3.3. Bara de instrumente Operation.....33
2.3.3.1. Instrumentul Corner.....33
2.3.3.2. Instrumentul Chamfer.....34
2.3.3.3. Instrumentele Relimitations.....35
2.3.3.4. Instrumentele Transformation.....37
Nhw → 2.3.3.5. Instrumentele 3D Geometry.....39
2.3.4. Bara de instrumente Constraint.....41
2.4. Analiza constrângerilor schiţei.....47
2.5. Aplicaţii.....50
2.5.1. Crearea unui profil pentru o piesă de tip placă.....50
2.5.2. Crearea unui profil pentru un corp de revoluţie.....51
2.5.3. Crearea unui profil pentru o piesă de tip capac.....53

Capitolul 3. MODULUL CATIA PART DESIGN.....57
3.1. Introducere.....57
3.2. Interfaţa modulului CATIA Part Design.....57
3.3. Bare de instrumente pentru modelare.....59
3.3.1. Bara de instrumente Sketch-Based Features.....59
3.3.1.1. Instrumentul de modelare Pad.....59
3.3.1.2. Instrumentul de modelare Pocket.....65
3.3.1.3. Instrumentul de modelare Shaft.....67
3.3.1.4. Instrumentul de modelare Groove.....70

3.3.1.5. Instrumentul de modelare Hole....72
3.3.1.6. Instrumentul de modelare Rib....74
3.3.1.7. Instrumentul de modelare Slot....76
3.3.1.8. Instrumentul de modelare Stiffener....77
3.3.1.9. Instrumentul de modelare Loft....80
3.3.1.10. Instrumentul de modelare Removed Loft....81
3.3.2. Bara de instrumente Dress-Up Features....82
3.3.2.1. Instrumentul de modelare Fillet....83
3.3.2.2. Instrumentul de modelare Chamfer....87
3.3.2.3. Instrumentul de modelare Draft....88
3.3.2.4. Instrumentul de modelare Shell....90
3.3.2.5. Instrumentul de modelare Thickness....91
3.3.2.6. Instrumentul de modelare Thread/Tap....92
3.3.3. Bara de instrumente Surface-Based Features....93
3.3.3.1. Instrumentul de modelare Split....93
3.3.3.2. Instrumentul de modelare Thick Surface....94
3.3.3.3. Instrumentul de modelare Close Surface....95
3.3.3.4. Instrumentul de modelare Sew Surface....96
3.3.4. Bara de instrumente Transformation Features....97
3.3.4.1. Instrumentul de modelare Translation....97
3.3.4.2. Instrumentul de modelare Rotation....97
3.3.4.3. Instrumentul de modelare Symmetry....98
3.3.4.4. Instrumentul de modelare Mirror....98
3.3.4.5. Instrumentul de modelare Rectangular Pattern....99
3.3.4.6. Instrumentul de modelare Circular Pattern....100
3.3.4.7. Instrumentul de modelare User Pattern....100
3.3.4.8. Instrumentul de modelare Scaling....102
3.3.5. Bara de instrumente Boolean Operations....102
3.3.5.1. Instrumentul de modelare Assemble....103
3.3.5.2. Instrumentul de modelare Operations....104
3.4. Elemente de control şi măsură ale corpurilor....110
3.5. Aplicaţii....120
3.5.1. Crearea unei flanşe cilindrice....120
3.5.2. Crearea unei piuliţe....123
3.5.3. Crearea unei biele....126
3.5.4. Crearea unui corp de robinet....131
3.5.5. Crearea unui suport....135
3.5.6. Crearea unei bucşe....140

Capitolul 4. MODULUL CATIA ASSEMBLY DESIGN....143
4.1. Introducere....143
4.2. Interfaţa modulului CATIA Assembly Design....143
4.3. Crearea ansamblului din elementele sale componente....145
4.4. Aplicarea constrângerilor de asamblare....147
4.4.1. Stabilirea constrângerilor de asamblare....147
4.4.2. Crearea constrângerilor de coincidenţă....149
4.4.3. Crearea constrângerilor de contact....149
4.4.4. Crearea constrângerilor de distanţă liniară....150
4.4.5. Crearea constrângerilor de distanţă unghiulară....151
4.4.6. Fixarea componentelor....152
4.4.7. Utilizarea constrângerilor rapide de asamblare....153
4.4.8. Schimbarea constrângerilor de asamblare....153

4.5. Analiza ansamblului....154
4.6. Aplicație....155
4.7. Explodarea unui ansamblu constrâns....162
4.8. Afișarea listei de componente ale ansamblului....163

Capitolul 5. MODULUL CATIA DRAFTING....165
5.1. Introducere....165
5.2. Interfața modulului CATIA Drafting....165
5.3. Submodulul Interactive Drafting....169
5.4. Submodulul Generative Drafting....175

Capitolul 6. MODULUL CATIA KNOWLEDGE ADVISOR....181
6.1. Introducere....181
6.2. Elementele principale ale modulului CATIA Knowledge Advisor....181
6.2.1. Parametrii....182
6.2.2. Relațiile....183
6.2.3. Reacțiile, regulile și verificările....184
6.3. Utilizarea elementelor modulului CATIA Knowledge Advisor....184
6.3.1. Utilizarea parametrilor....184
6.3.2. Utilizarea formulelor....188
6.3.3. Utilizarea regulilor, verificărilor și reacțiilor....189
6.3.4. Utilizarea tabelelor de parametrizare....193
6.4.Aplicații....198
6.4.1. Utilizarea tabelului de parametrizare în crearea unei familii de piese....198
6.4.2. Parametrizarea unui ansamblu format din două piese....202
6.5. Concluzii....206

Capitolul 7. APLICAȚII PROPUSE....207
7.1. Piesa, rol funcțional și formă....207
7.2. Necesitatea parcurgerii aplicațiilor propuse....207
7.3. Desene de execuție ale pieselor propuse spre modelare 3D....208

Bibliografie....225

Capitolul 1. INTRODUCERE

1.1. Obiectivele şi posibilităţile proiectării asistate

Activitatea inginerească, în general, are ca finalizare realizarea de obiecte tehnice, care se materializează în urma unui proces complex de producţie. Etapele principale ale realizării unui produs tehnic sunt: definirea unui concept general al produsului, realizarea proiectului tehnic, stabilirea tehnologiei de fabricaţie, realizarea modelului experimental şi omologarea produsului, fabricaţia de serie. Se iau în considerare costurile directe şi indirecte, calitatea, gradul de inovaţie, tipul producţiei şi pieţele de desfacere, determinându-se, astfel, nivelul competiţiei între diferite companii industriale.

Competiţia conduce la necesitatea de accelerare a procesului de creare a unui produs complet nou sau a unui produs bazat pe experienţa anterioară. Adaptarea companiei la mediul concurenţial în care activează ia în considerare schimbările tehnologice care se produc în tehnologia de proiectare a produselor, în tehnologia procesului de fabricaţie şi în tehnologia sistemelor informatice.

Proiectarea asistată de calculator (*CAD – Computer Aided Design*) este, în prezent, din ce în ce mai des utilizată în domenii foarte diverse, unii specialişti fiind de părere că această tehnologie şi-a atins maturitatea. Totuşi, transformările recente ale principalelor sisteme de proiectare asistată dovedesc faptul că domeniul CAD se află încă în plină evoluţie. Aceasta priveşte atât arhitectura generală şi adăugarea de funcţii şi instrumente noi de modelare în sistemele de proiectare existente, cât şi posibilitatea acestora de a crea nu numai simple schiţe 2D cu haşuri şi cote, ci şi modele geometrice solide şi suprafeţe, pe bază de parametri indicaţi de inginerul proiectant.

Într-un sistem de proiectare asistată, interfaţa operator - calculator prezintă o importanţă fundamentală, atât la intrarea în sistemul considerat, cât şi la ieşire din acesta.

La intrarea în sistem se pune problema stabilirii valorilor (raza unui cerc, distanţa liniară între două entităţi etc.), introducerea coordonatelor punctelor în două sau trei dimensiuni, alegerea unei operaţii şi identificarea unei entităţi în vederea modificării geometriei, poziţiei spaţiale, a orientării etc.

La ieşire se pune, în general, problema vizualizării obiectelor obţinute, într-o formă obişnuită (proiecţii, perspectivă) sau prin prezentarea arborelui de concepţie al acestora.

Complexitatea în continuă creştere a produselor conduce la dificultăţi în proiectare şi fabricaţie. Există mai multe soluţii la această creştere a complexităţii, cea mai utilizată fiind realizarea de noi instrumente şi tehnologii care să permită abordarea proiectului fără a afecta semnificativ timpul de realizare sau calitatea obţinută. Astfel, se impun îmbunătăţiri în procesele de proiectare, de calcul şi de optimizare, de fabricaţie, sau în modul de administrare al informaţiilor, între acestea, proiectarea asistată reprezentând o verigă hotărâtoare.

O scurtare a duratei ciclului de realizare a produsului este posibilă când proiectarea şi fabricaţia sunt din ce în ce mai integrate, ceea ce necesită un flux informaţional intens, foarte important datorită naturii iterative a proceselor de proiectare, de analiză şi a proceselor de fabricaţie. Din acest punct de vedere, se poate considera că proiectarea nu mai este o creaţie intuitivă, ghidată de experienţa proiectantului. Ea conţine, de asemenea, acţiuni de analiză, de simulare, de optimizare şi de reprezentare a rezultatelor. Complexitatea produselor actuale necesită implicarea unor specialişti din mai multe domenii în proiectarea şi realizarea produsului. Prin utilizarea calculatoarelor, ingineria a primit aportul a numeroase instrumente software pentru facilitarea acţiunilor de proiectare şi de realizare a unui produs.

În termeni generali, proiectarea asistată poate fi definită ca fiind procesul de transformare a unui set de specificaţii funcţionale şi cerinţe într-o reprezentare completă a produsului sau sistemului fizic care satisface acele cerinţe şi specificaţii. În timpul procesului de transformare, inginerul proiectant ia decizii legate de formă, proprietăţi de material, tehnologii de fabricaţie etc.,

bazate pe informaţii preluate din îndrumare, standarde, analize numerice, formule aproximative, experienţa companiei în care îşi desfăşoară activitatea, intuiţia şi cunoştinţele personale etc.

Proiectarea asistată, în sine, nu poate fi privită ca o ştiinţă, deşi utilizează pe scară largă rezultate ale ştiinţei, dar se poate considera ca fiind o activitate de sinteză.

În studiul procesului de proiectare sunt propuse şi utilizate mai multe modele, cu următoarea clasificare: modele prescriptive, modele descriptive şi modele bazate pe calculator.

Modelele geometrice obţinute cu ajutorul sistemelor moderne de proiectare asistată prezintă două proprietăţi importante:

- definesc complet produsul proiectat din punct de vedere al formei, proprietăţilor fizice, procedeelor de prelucrare etc.;
- sunt exploatabile pentru calcule de rezistenţă, simulări dinamice, pregătirea regimurilor de prelucrare etc.

Modelele prescriptive prescriu acţiuni care trebuie să aibă loc în timpul proiectării pentru a se ajunge la un proiect corect. Acestea se referă, uneori, la modele de bază pentru conceptele de proiectare metodică sau sistematică, procesul de proiectare fiind privit ca având mai multe faze principale, şi ânume: faza de definire a problemei, faza de proiectare conceptuală, faza de proiectare a ansamblului sau structurii şi faza de proiectare a detaliilor.

În faza de definire a problemei este stabilită problema de proiectare şi sunt generate cerinţele şi specificaţiile acesteia. În faza de proiectare conceptuală sunt stabilite funcţiile care trebuie realizate, stabilindu-se principiile de lucru. În timpul proiectării ansamblului, principiile de lucru sunt traduse în componente şi în relaţiile dintre acestea. După proiectarea ansamblului, se trece la proiectarea reperelor componente, în timpul acestei faze fiecare piesă componentă este detaliată complet, stabilindu-se cotele, toleranţele şi materialele, în funcţie de rolul funcţional.

Studiile descriptive ale procesului de proiectare au scos în evidenţă faptul că, în practică, proiectarea nu este condusă într-o manieră stabilită de conceptele prescriptive. Proiectanţii trec adesea de la acţiuni de proiectare conceptuală la acţiuni de proiectare a reperelor şi invers. Un exemplu de model al procesului de proiectare bazat pe proprietăţi descriptive este denumit „acumulare obiectiv/fază". Acest model implică două părţi de bază: starea de proiectare şi operatorii de proiectare. Starea de proiectare conţine toate informaţiile privind starea evoluţiei proiectului. Operatorii de proiectare sunt procese informaţionale primare care modifică starea proiectului. Se disting trei operatori de proiectare principali: generarea, evaluarea şi decizia.

Operatorii de bază din acest model sunt: selecţia, crearea (generarea), simularea, calculul, compararea (evaluarea) şi acceptarea, respingerea, suspendarea, corectarea şi finisarea (decizia).

Modelele bazate pe calculator ale procesului de proiectare privesc acest proces din punct de vedere informaţional pentru a realiza instrumente de asistare sau pentru a automatiza, parţial sau total, procesul de proiectare. În prezent, se recomandă ca modelele bazate pe calculator să ia în considerare rezultate din ambele cercetări: prescriptivă şi descriptivă.

Cunoştinţele despre istoria CAD contribuie la o mai bună înţelegere a stării prezente şi ajută creativitatea în domeniul proiectării asistate. Înainte de anul 1960 nu au existat aplicaţii pe calculator pentru activităţi de proiectare. Totuşi, începutul este situat în jurul anului 1950, când laboratorul de servomecanică a Institutului de Tehnologie Massachusett (MIT) a realizat prima maşină de frezat cu comandă numerică. Au apărut apoi limbajele formale de înalt nivel, printre primele fiind Fortran, dar care necesitau o cunoaştere detaliată a programării calculatorului, nefiind accesibile majorităţii inginerilor proiectanţi.

Adevăratul impact al aplicării calculatorului în inginerie s-a produs la începutul anilor '60 când s-au conturat destul de clar modalităţile de utilizare eficientă ale acestuia în procesul de creare a unui produs tehnic. Astfel, s-au delimitat trei mari domenii conexe: cercetare, proiectare şi fabricaţie asistate de calculator.

Principalul avantaj al proiectării asistate la începutul dezvoltării sale a constat în înlocuirea treptată a desenului clasic, manual, cu rigla şi creionul, cu cel pe calculator, folosind instrumentele

de desenare puse la dispoziție de sistemul CAD utilizat. De asemenea, calculatorul era utilizat pentru efectuarea automată a operațiilor de rutină din desen, în generarea şi editarea entităților geometrice, în operații de scalare, rotire, copiere etc. Astfel, s-a facilitat desenarea şi s-au obținut desene corecte cu o productivitate foarte mare.

Un alt avantaj al proiectării asistate de calculator consta în posibilitatea stocării desenului într-un fişier, care putea fi folosit ulterior pentru modificări sau în completarea altor desene.

În perioada de tranziție de la proiectarea manuală la cea asistată de calculator, desenul în două dimensiuni (2D) a fost considerat satisfăcător. În prezent, însă, se impune ca standard, pentru ansambluri şi piese complexe, desenul în trei dimensiuni (3D), cu diferite proiecții (secțiuni şi vederi), generate automat din modelul 3D al piesei, dacă sistemul CAD utilizat permite acest lucru.

Reprezentarea internă a modelului produsului s-a dezvoltat gradual în timp. La începutul proiectării asistate puteau fi realizate doar reprezentări 2D ale produselor, aşa numitele desene tehnice. Sistemul CAD punea la dispoziția inginerului proiectant linii drepte, arce, elipse etc., iar modelul produsului reprezenta o grupare de astfel de elemente, într-un desen tehnic 2D convențional. La mijlocul anilor '70 au devenit operaționale primele sisteme CAD 3D. Astfel, pentru a realiza modele 3D, au apărut structurile rețea sau "cadru de sârmă" (*wireframe*), fiind posibilă doar modelarea obiectelor prismatice. În timp, pentru a modela suprafețe mai complexe, au apărut sisteme CAD cu modelatoare de suprafețe, de mare interes în industriile de automobile şi aeronautică. Sistemele CAD modelatoare de suprafețe utilizează curbe *B-Spline* sau *NURBS* (*Non-Uniform Rotational B-Splines*) ca bază pentru reprezentarea suprafețelor. Prin utilizarea acestor reprezentări, curbele şi suprafețele sunt aproximate prin funcții parametrice foarte complicate, dar rezultatele obținute sunt precise.

Deoarece, atât modelarea *wireframe*, cât şi modelarea suprafețelor nu au putut produce modele ale produselor lipsite de ambiguitate în interpretare, a fost necesară dezvoltarea modelării solide. Un model solid este descris prin forma volumică pe care o ocupă, modelarea solidă fiind, în prezent, singura tehnică care oferă o descriere completă şi clară a corpurilor tridimensionale. În cadrul modelării solide există două scheme de reprezentare principale: reprezentarea de muchii (*B-rep*) şi geometria solidă constructivă (*CSG-rep*).

O reprezentare *B-rep* (*Boundary – representations*) a unui model solid conține informații despre fețe, muchii şi vârfuri, ca şi în cazul modelelor de suprafață, la care se adaugă informații topologice care definesc conexiunile dintre suprafețe (relațiile dintre fețe, muchii şi vârfuri). Astfel, solidul reprezentat *B-rep* este definit ca un volum închis în spațiul 3D. Principalul avantaj al acestei reprezentări constă în obținerea uşoară a unui model *wireframe* a solidului, deoarece muchiile şi fețele sunt reprezentate în mod explicit. Dezavantajele reprezentărilor *B-rep* se referă la faptul că structura de date este complexă şi necesită un consum important de memorie, modificarea solidelor este uneori dificilă, obținându-se chiar şi solide eronate, deşi din punct de vedere informațional sunt reprezentări complete.

Modelele *CSG-rep* (*Constructive Solid Geometry – representations*) sunt construite ca o combinație de primitive solide (paralelipipede, sfere, cilindri etc.), folosind operațiile booleane de uniune, intersecție şi diferență. Rezultatul aplicării operațiilor booleane asupra unor solide determină apariția tot a unui solid, care, la rândul său, poate fi combinat cu alte primitive solide simple sau compuse (rezultate din alte operații booleane). Dintre avantajele reprezentărilor *CSG-rep* se pot aminti următoarele: management simplu al structurii de date, modelul solid este întotdeauna valid şi poate fi modificat cu uşurință, există posibilitatea de calcul exact al volumului şi a masei etc. Dezavantajele reprezentărilor *CSG-rep* se referă la numărul limitat de operații disponibile pentru crearea solidului, iar calculul pentru generarea unui model *wireframe* necesită un timp mai îndelungat deoarece fețele şi muchiile sunt reprezentate *CSG-rep*.

Tehnicile folosite în modelarea *B-rep* şi *CSG-rep* conferă unele avantaje şi dezavantaje respectivelor metode. Astfel, modelele *B-rep* oferă performanțe sporite în generarea afişării şi o mai mare varietate de forme care pot fi modelate, iar modelele *CSG-rep* sunt mai puțin supuse erorilor

numerice. Din aceste motive, multe sisteme CAD actuale includ o reprezentare hibridă a acestor două modele. Se utilizează o reprezentare *B-rep* pentru afişare şi o reprezentare *CSG-rep* pentru obținerea formelor şi efectuarea unor analize geometrice precise. De asemenea, majoritatea sistemelor CAD combină modelarea solidelor cu reprezentări *wireframe* şi de suprafață. Utilizatorul are, astfel, posibilitatea de a-şi alege tipul de reprezentare cel mai potrivit necesităților sale.

Evoluția sistemelor de proiectare asistată a scurtat ciclul creării unui produs, i-a crescut complexitatea şi performanțele, a reprezentat o adevărată competiție pentru realizarea de produse fiabile, la prețuri cât mai reduse. În primul rând, competiția a însemnat noi oportunități pentru inginerii proiectanți şi graficienii din domeniul proiectării asistate.

Proiectarea asistată de calculator utilizează, cu prioritate, software grafic interactiv, cele mai folosite sisteme CAD fiind: CATIA, AutoCAD, Solid Works, Solid Edge, ProEngineer, Unigraphics etc., unele dintre acestea permițând realizarea de calcule de rezistență şi dimensionare la solicitări termice.

Sistemele moderne de proiectare asistată oferă posibilitatea efectuării unor calcule matematice şi ştiințifice complexe, punând la dispoziția utilizatorilor biblioteci cu metode de calcul algebric, statistic, calcul automat pentru suprafețe şi volume, determinarea momentelor de inerție, calcule de rezistență cu element finit etc.

Având un domeniu larg de utilizare, metoda elementelor finite (MEF) reprezintă o puternică modalitate de analiză în tehnică, aplicându-se în ingineria mecanică, cu prioritate la determinarea stării de eforturi şi a deformării corpurilor solide, în calcule de câmp termic, la simulări în hidrodinamică, în general acolo unde este necesară determinarea pas cu pas a valorilor unor mărimi care variază continuu.

1.2. Proiectarea asistată de calculator în fazele de concepție şi dezvoltare ale unui produs

În procesul de proiectare a unui produs, analiza şi identificarea cerințelor, căutarea soluțiilor, analiza şi decizia alegerii soluțiilor optime sunt etape foarte importante, mai ales în fazele primare, când se stabilesc cerințele produsului, pentru înțelegerea conceptului şi definitivarea formei acestuia. Întregul curs al dezvoltării produsului şi principalele sale caracteristici sunt determinate de aceste cerințe.

Activitățile de proiectare şi dezvoltare, dar şi costurile aferente schimbărilor de design cresc pe măsură ce proiectul avansează către final, fiind mult mai mici în faza de concepție când sunt luate deciziile pentru stabilirea soluției optime. Pentru a alege cele mai bune soluții din mai multe variante propuse, echipa de proiect apelează la informații cât mai relevante privind produsul în ansamblul său.

În scopul dezvoltării de produse inovative pentru piețe noi, în contextul evoluției tehnologiilor de fabricație, firmele producătoare folosesc diferite metode creative. Echipele de proiect sunt capabile să conceapă soluții noi, avansate, utilizând şi informații tehnice specifice, într-o perioadă relativ scurtă de timp. Orice idei pot fi valoroase în diferite stadii de dezvoltare ale proiectului, pentru alte proiecte sau alte echipe. Ideile se bazează pe informații, iar pentru adunarea acestora se folosesc metode de analiză a proprietăților produsului în toate stadiile sale de dezvoltare. Parametrii care sunt considerați relevanți, identificați în timpul analizei, sunt folosiți ca date de intrare pentru selecția soluțiilor viabile.

În domeniul proiectării produselor industriale, companiile dezvoltă produse complexe şi, indiferent de seria de fabricație, este necesar un nou concept de design. Acest design necesită cunoştințe acumulate anterior în proiectele finalizate, multe din noile soluții fiind preluate din idei apărute la proiecte similare. Cu toate acestea, în cele mai multe cazuri, inginerii proiectanți încep lucrul la un nou produs fără a avea acces complet la întreaga informație care le este necesară şi care a fost obținută în timpul realizării unor produse asemănătoare.

Cunoştinţele inginereşti ale unei companii depind în mare măsură de angajaţii acesteia. Dar, aceste cunoştinţe, considerate separat, sunt limitate, restricţionate sau se pot pierde în diverse situaţii. Este necesar de a converti cunoştintele individuale într-o bază de date, care să poată fi accesată şi folosită în orice moment de timp. Astfel, un acces structurat la informaţii, dar şi cercetările efectuate în domeniul de interes, constituie elemente ale creşterii performanţei muncii de proiectare. Este foarte importantă o clarificare a sarcinilor la începutul proiectului, iar structurarea problemelor principale în subprobleme, căutarea, analiza şi combinarea soluţiilor într-un concept unitar sunt etape obligatorii în orice proces de proiectare a unui produs.

Ca rezultat, inginerul proiectant obţine o listă cu cerinţele produsului, structura sa funcţională, soluţiile de principiu, diferite caracteristici pe care le combină în funcţie de criteriile derivate din proprietăţile produsului. Există o legătură directă între lucrul metodic în primele faze ale unui proiect, identificarea şi refolosirea informaţiilor obţinute anterior. Această legătură necesită produse software speciale, care să preia informaţiile, să le combine şi să le structureze automat pentru a avea un acces facil la acestea.

În prezent, proiectarea asistată de calculator este concentrată asupra modelării geometrice a produsului cu ajutorul unui sistem de proiectare asistată şi asupra obţinerii de date relevante în diferite stadii de funcţionare a produsului. Deseori, lipsa informaţiei duce la reinventarea unor soluţii, pierzându-se timp, bani şi soluţii valoroase. Se remarcă o necesitate de produse software specializate în managementul informaţiilor deţinute, referitoare la activităţile de concepţie, proiectare şi realizare a proiectelor.

Produsele software au rolul de a asista inginerul proiectant în crearea mai rapidă a documentelor, în ordonarea informaţiilor pe domenii, în generarea de rapoarte etc. Documentele create trebuie să fie standardizate conform normelor specificate, astfel încât să permită în viitor refolosirea informaţiilor pe care le conţin.

Studii recente arată că 80% din activitatea de proiectare la nivel industrial se bazează pe diferite variante de proiecte, fiind refolosită informaţia obţinută anterior. Astfel, refolosirea informaţiei este inerentă procesului de proiectare. Complexitatea procesului de proiectare depinde de diverşi factori, precum: produsul care trebuie obţinut, activitatea de proiectare în sine, inginerii proiectanţi implicaţi, procesul de luare a deciziilor, cunostinţele şi sursele folosite şi generate. Fiecare dintre aceşti factori are propria complexitate.

Chiar şi cel mai simplu produs este asociat cu o matrice complexă de factori, care determină activitatea de proiectare şi, ca urmare, definirea produsului final rezultă dintr-o acumulare continuă a cunoştinţelor. Definirea produsului final este dependentă de organizarea departamentului, tipul de proiectare folosit, inginerii proiectanţi, dar şi de diferiţi factori externi care nu pot fi întotdeauna controlaţi. Echipa de proiectare întâmpină o problemă complexă în crearea informaţiilor, mai ales dacă se doreşte ca acestea să poată fi refolosite. Problema este amplificată de diferenţele între termenii caracteristicilor, tipurilor, surselor, formelor şi cunoştinţelor legate de design. Design-ul prin refolosire se bazează pe existenţa surselor de informare potrivite. În acest scop, informaţiile sunt adunate din surse diferite şi prelucrate unitar. Produsul final se bazează pe aceste cunoştinţe care reprezintă, de fapt, resurse de utilizat în proiecte viitoare.

Informaţiile necesare pentru un proiect trebuie adunate la nivelul oricărei probleme, care apare, în acelaşi mod. Orice detaliu şi informaţie legate de fiecare funcţie a produsului sunt notate printr-o procedură în patru etape: cerinţe, idei de soluţii, conformitate cu cerinţele şi evaluarea soluţiilor.

Cerinţele sunt identificate şi colectate structurat pe baza principalelor caracteristici ale produsului sau pe baza testelor făcute pe prototip. Scopul este de a structura aceste cerinţe în grupuri logice şi de a ridica întrebări pentru procesul de analiză. Primul pas în găsirea soluţiilor constă în a identifica funcţiile produsului, apoi de a căuta variante pentru fiecare funcţie. Variantele de soluţii vor fi discutate din punct de vedere al avantajelor şi dezavantajelor, apoi se realizează o matrice cu aceste soluţii pentru a avea o privire de ansamblu asupra proiectului şi a observa

legăturile dintre funcţii şi soluţiile găsite. Următorul pas este de a stabili dacă o soluţie găsită este sau nu conformă cu cerinţele. Uneori, dacă se schimbă cerinţele, unele soluţii găsite inacceptabile anterior, pot deveni valide în noile condiţii. După analiză, dacă soluţiile sunt viabile, acestea trec în faza de evaluare. Evaluarea se face pe baza criteriilor tehnico-economice. Toate soluţiile viabile şi deciziile sunt stocate în fişiere pentru a servi la realizarea proiectelor viitoare. Astfel, la începerea unui nou proiect se recomandă folosirea părţilor bune din proiectele anterioare pentru a scurta timpul de lucru şi a creşte calitatea proiectului.

1.3. Conceptele şi avantajele prototipului virtual

Pentru a obţine o machetă virtuală (numită şi prototip virtual), sistemul CAD generează modele şi cunoştinţe. Modelele sunt reprezentări ale obiectelor existente sau aflate în curs de concepţie, iar cunoştinţele reprezintă toate informaţiile necesare sistemului CAM (*Computer Aided Manufacturing*) asupra modului de concepţie şi de organizare a datelor. Cunoştinţele pot fi parţial incluse în modele (arborele de concepţie al unei piese) sau au caracter general (algoritmi, sisteme expert etc.).

Posibilitatea de a modela un obiect real pe computer reprezintă primul pas în crearea unui prototip virtual, complet parametrizabil, care poate fi utilizat în simulări pentru a-i testa caracteristicile. Companiile interesate de producerea şi/sau comercializarea unui produs, oricare ar fi acesta, trebuie să parcurgă câteva etape, începând cu conceperea produsului respectiv, proiectarea şi simularea îndeplinirii funcţiilor sale în diverse condiţii, realizarea unui prototip funcţional, omologarea acestuia, fabricarea în serie şi comercializarea.

O parte din tehnologiile de realizare a prototipului virtual se bazează pe realitatea virtuală, un concept nou care schimbă treptat modul în care este conceput un produs. Realitatea Virtuală (*Virtual Reality*) poate fi definită în mai multe moduri, astfel:

- folosirea computerului pentru a crea simulări dinamice şi interactive ale mediului înconjurător;
- iluzia participării într-un mediu sintetic, alta decât observarea externă a acestuia.

Mediile create sunt cunoscute ca medii virtuale (*Virtual Environments*), fiind folosite, cel mai des, în vederea cercetării, învăţării şi stimulării creaţiei. Interacţiunea cu un mediu virtual este multimodală, deoarece implică vedere, auz, atingere. În ultimii ani, realitatea virtuală şi mediile virtuale au devenit un mijloc important pentru instruire şi cercetare într-o gamă largă de discipline, care include şi proiectarea asistată de calculator.

Prototipul virtual al unui viitor produs extinde posibilităţile de proiectare, modelare şi testare a caracteristicilor sale. Dacă toţi parametrii sunt îndepliniţi, iar modelul virtual se comportă bine în fazele de testare, produsul virtual respectiv are toate şansele să devină real şi să fie fabricat în serie.

În stadiul virtual, produsul poate fi testat şi analizat prin diverse metode, simulându-i-se comportamentul în situaţii controlate, asemenea unui obiect fizic, real, dar la un cost mult mai mic. Evident, crearea unui produs virtual nu implică numai proiectarea şi modelarea 3D a sa, ci şi stabilirea modului în care elementele sale componente interacţionează între ele şi întreg ansamblul cu mediul.

Astfel, crearea unui prototip virtual (*Virtual Prototyping*) devine baza unui proces ieftin de realizare a unui prototip fizic, într-un mod foarte rapid şi fără riscuri.

Concepţia modernă a unui produs începe cu transpunerea ideii într-un model 3D, în proiectarea geometriei pieselor şi subansamblurilor componente ale acestuia.

Proiectarea virtuală a produsului implică utilizarea unor tehnici specializate. Astfel, pentru proiectare se folosesc sisteme CAD (*Computer Aided Design*), pentru optimizarea şi testarea caracteristicilor tehnico-funcţionale sunt folosite sisteme CAE (*Computer Aided Engineering*), iar pentru proiectarea şi simularea proceselor tehnologice de prelucrare pe maşini şi centre cu comandă numerică se folosesc sisteme CAM (*Computer Aided Manufacturing*).

În prezent, s-au dezvoltat sisteme complexe de proiectare asistată, precum: CATIA, ProEngineer, SolidWorks, Autodesk Mechanical Desktop, Autodesk Inventor etc., în care modelul solid al prototipului să poată fi dimensionat, să i se atribuie caracteristici de material, să se simuleze operații de prelucrare, sau încercări la diferite tipuri de solicitări. Toate datele, astfel obținute, sunt utilizate pentru optimizarea modelului. Aceste sisteme pot detecta şi propune unele soluții pentru diferite erori care apar în faza de modelare (exemplu: prelucrarea suprafețelor, asamblare-montaj, funcționare). Modelul solid 3D este, practic, adevăratul prototip virtual, fiind folosit în medii virtuale dinamice şi interactive, pentru simularea ciclului de funcționare al produsului.

Interacțiunea prototipului cu mediul virtual în care a fost introdus este una multimodală, în care se iau în considerare toți parametrii mediului real de lucru: temperatură, umiditate, vibrații, zgomot şi lumină.

1.4. Aspecte generale privind proiectarea asistată în CATIA V5

CATIA (*Computer Aided Three dimensional Interactive Applications*), produs al companiei Dassault Systemes este, în prezent, unul dintre cele mai utilizate sisteme integrate CAD/CAM/CAE pe plan mondial, cu aplicații în domenii diverse, de la industria construcțiilor de maşini, la cea aeronautică şi de automobile. Versiunea a 5-a este disponibilă încă din anul 1999, la fiecare nouă reactualizare (*release*) fiind introduse noi module şi funcționalități suplimentare, în paralel cu îmbunătățirea celor existente.

Programul CATIA V5 furnizează o varietate largă de soluții integrate pentru a satisface toate aspectele legate de design şi fabricație. Dintre numeroasele funcționalități de bază se pot aminti: concepția avansată a pieselor mecanice, realizarea interactivă a ansamblurilor, obținerea automată a proiecțiilor piesei sau ansamblului curent, posibilitatea de a proiecta în mod parametrizat etc. De asemenea, CATIA permite conceperea pieselor şi ansamblurilor direct în trei dimensiuni, fără a desena întâi planşele în reprezentare bidimensională.

Începând cu versiunea 5, CATIA începe să utilizeze din ce în ce mai des noțiunea de prototip virtual. Acest termen desemnează ansamblul datelor informatice care permit manipularea unui obiect virtual, creat pe calculator, în acelaşi mod cu un obiect real. Se poate, astfel, testa rezistența sa la diverse solicitări, verifica dacă un ansamblu este sau nu demontabil, asigura că mobilitatea componentelor, unele față de altele, nu generează coliziuni etc. În cazul prototipului virtual obținut în CATIA, orice modificări pe care proiectantul le aplică asupra acestuia sunt uşor de realizat, atât datorită flexibilității instrumentelor de lucru puse la dispoziție, cât şi modului de proiectare complet parametrizată.

CATIA are o structură modulară, ceea ce asigură o mare versatilitate, trecerea de la un modul la altul se face rapid, cu posibilitate de editare continuă a entității aflate în lucru, fără pierdere de informație şi fără a fi necesară transformarea explicită, de către utilizator, a formatului de fişier, specific fiecărui modul.

Deşi numărul modulelor implementate în CATIA este foarte mare, câteva dintre acestea pot fi considerate ca fiind de bază, permițând realizarea aproape a oricărui tip de piesă sau ansamblu din domeniul construcțiilor de maşini:

a.CATIA Sketcher – creează schița unui profil în două dimensiuni, fiind un punct de plecare obligatoriu în procesul de obținere a unui obiect tridimensional;

b.CATIA Part Design – se utilizează la concepția pieselor mecanice în trei dimensiuni. Se recomandă utilizarea acestui modul împreună cu CATIA Sketcher;

c.CATIA Assembly Design – permite generarea unui ansamblu de piese utilizând diverse constrângeri mecanice pentru poziționarea acestora şi stabilirea contactelor de suprafețe;

d.CATIA Drafting – posedă instrumentele necesare pentru a obține desenele de execuție ale pieselor şi ansamblurilor create.

e.CATIA Knowledge Advisor – sprijină utilizatorul în proiectarea parametrizată, utilizând instrumente specifice, precum: formule, parametri, reguli şi reacţii, activate numai în urma îndeplinirii unei condiții stabilite în prealabil.

Cele cinci module, prezentate foarte sumar mai sus, sunt explicate pe larg în lucrare, prin numeroase aspecte teoretice, dar şi aplicativ-numerice.

1.5. Concluzii

Activitatea de proiectare asistată se dezvoltă foarte rapid în ultimii ani. Se creează diferite modele de piese sau ansambluri care pot fi adaptate relativ uşor la proiecte similare. Aceste modele au rolul de a facilita înțelegerea design-ului unui produs, de a oferi un cadru de lucru adecvat, astfel încât performanța să fie menținută sau îmbunătățită. Oricum, performanța în design necesită o atenție continuă dată produsului, dar şi activităților implicate în procesul de design. Design-ul modern al unui produs trebuie să clarifice toate aspectele acestuia: formă, dimensiuni, timpul alocat şi resursele consumate pentru crearea sa.

Mânagementul de produs se implică la toate nivelele de design şi analizează performanțele obținute pe fiecare nivel, dar şi pe ansamblu.

Totuşi, în prezent nu există un sistem de proiectare asistată general acceptat, principalele motive fiind lipsa reprezentării unitare şi incompatibilitatea totală a formatelor de fişiere. Viitoarea generație a sistemelor CAD se doreşte a fi structurată pe trei nivele, şi anume:

- primul nivel, *Physical processing systems level*, va fi folosit pentru a modela componentele şi proprietățile fiecăreia;
- al doilea nivel, *Information systems level*, va conține modele 3D pentru fiecare componentă şi va fi folosit pentru executarea activităților informaționale;
- al treilea nivel, *System architecture level*, va fi folosit pentru a modela arhitectura funcțională a sistemului de producție.

Este din ce în ce mai necesară o legătură strânsă între informațiile pe care se bazează un proiect şi proiectarea asistată de calculator. Un sistem de calcul dotat cu software-ul necesar, ajută la modelarea şi definirea întregului produs, toate activitățile moderne de design fiind dependente de calculator.

Prin utilizarea simultană a cinci dintre modulele sale (Sketcher, Part Design, Assembly Design, Drafting şi Knowledge Advisor), programul CATIA V5 facilitează realizarea etapelor de proiectare şi asamblare parametrizate, asigurând, astfel, optimizarea obținerii produselor complexe.

Capitolul 2. MODULUL CATIA SKETCHER

2.1. Introducere

Modulul CATIA Sketcher oferă un set complex de funcționalități și instrumente de schițare și de constrângere, care permit crearea și modificarea elementelor (entităților) unei schițe. Foarte importantă este posibilitatea de a aplica constrângeri acestor elemente.

Modulul CATIA Sketcher conține instrumente de obținere rapidă a profilelor utilizate ca suport pentru un corp 3D, dar și instrumente ce permit stabilirea dimensiunilor și constrângerilor schiței 2D, atenționând utilizatorul cu privire la omiterea unor cote, la apariția supracotării, sau la un posibil conflict între anumite dimensiuni.

Acest capitol prezintă aspecte teoretice și aplicații referitoare la posibilele soluții de adoptat în proiectarea schițelor pieselor mecanice cu ajutorul modulului CATIA Sketcher.

2.2. Interfața modulului CATIA Sketcher

Modulul CATIA Sketcher se accesează din meniul *Start* ([Start] -> [Mechanical Design] -> [Sketcher]), așa cum este reprezentat în figura 2.1.

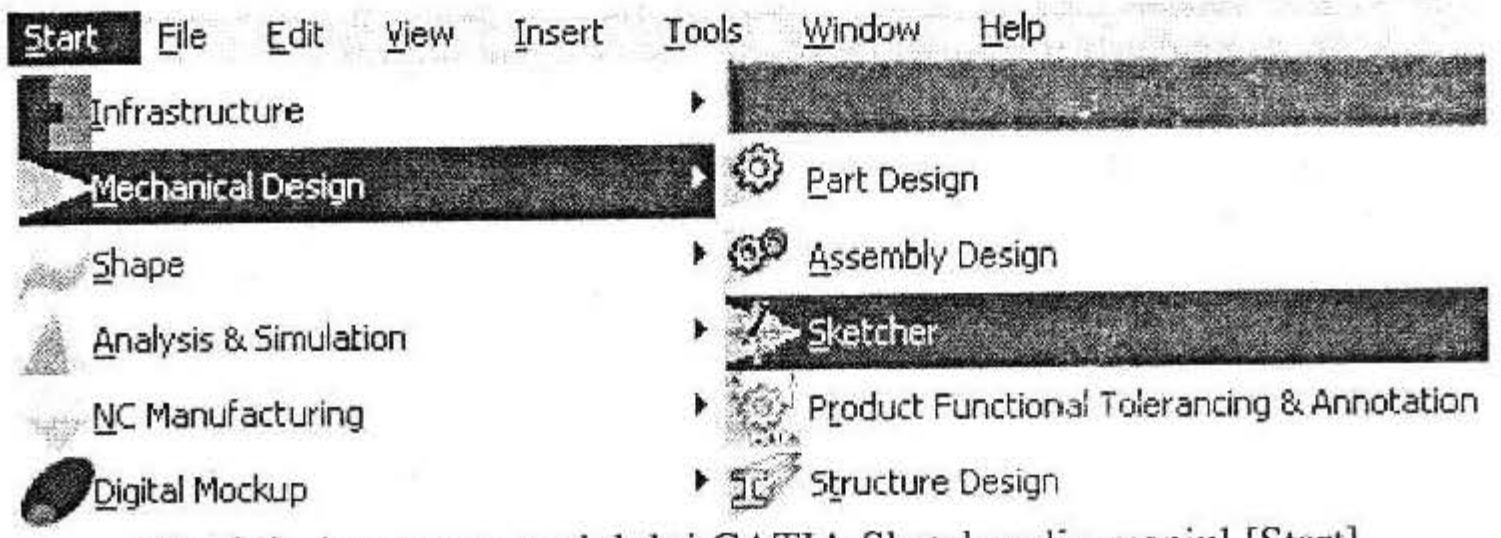


Fig. 2.1. Accesarea modulului CATIA Sketcher din meniul [Start]

Se alege planul pe care se construiește schița (de exemplu YZ), ceea ce determină apariția pe ecran a interfeței modulului CATIA Sketcher. Aceasta este compusă dintr-o zonă de lucru în care se află arborele de specificații cu toate elementele schiței și o reprezentare bidimensională a acesteia. De asemenea, din interfață mai fac parte bara de meniuri, situată în partea de sus a ecranului, instrumentele de schițare și de constrângere, în partea din dreapta și diferite opțiuni de manipulare a schiței. Pentru exemplificare, în figura 2.2 este prezentată interfața modulului pentru o schiță considerată.

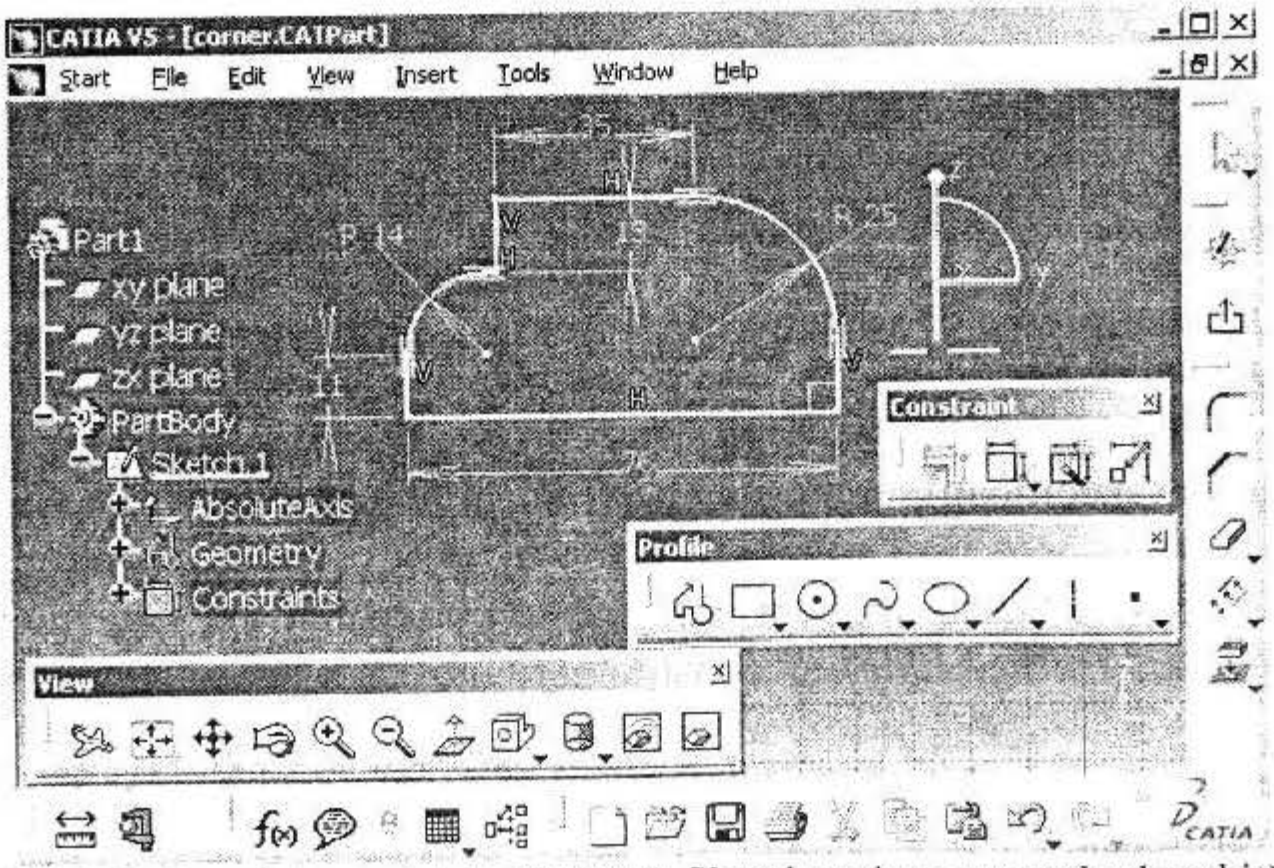


Fig. 2.2. Interfața modulului CATIA Sketcher și un exemplu de schiță

Instrumentele de schițare şi de constrângere, reprezentate prin pictograme în interfață, pot fi accesate şi din meniul [Insert] (figura 2.3).

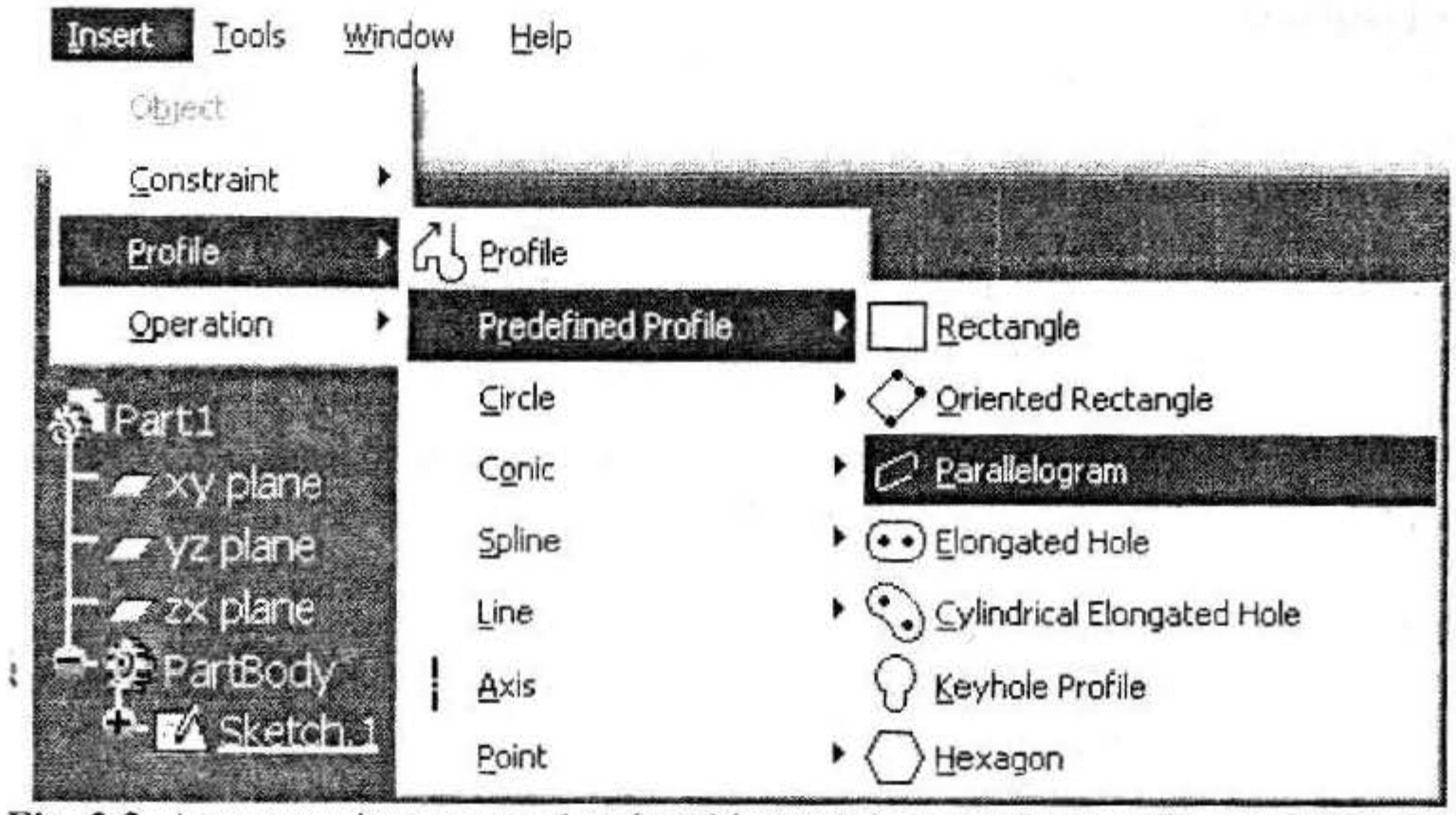


Fig. 2.3. Accesarea instrumentelor de schițare şi de constrângere din meniul [Insert]

Această accesare din meniul [Insert] se dovedeşte utilă în cazul în care în interfață nu au loc toate barele de instrumente sau când utilizatorul nu găseşte instrumentul dorit, acesta făcând parte dintr-o familie. Spre exemplu, instrumentul *Parallelogram* (figura 2.4) aparține familiei *Profile*.

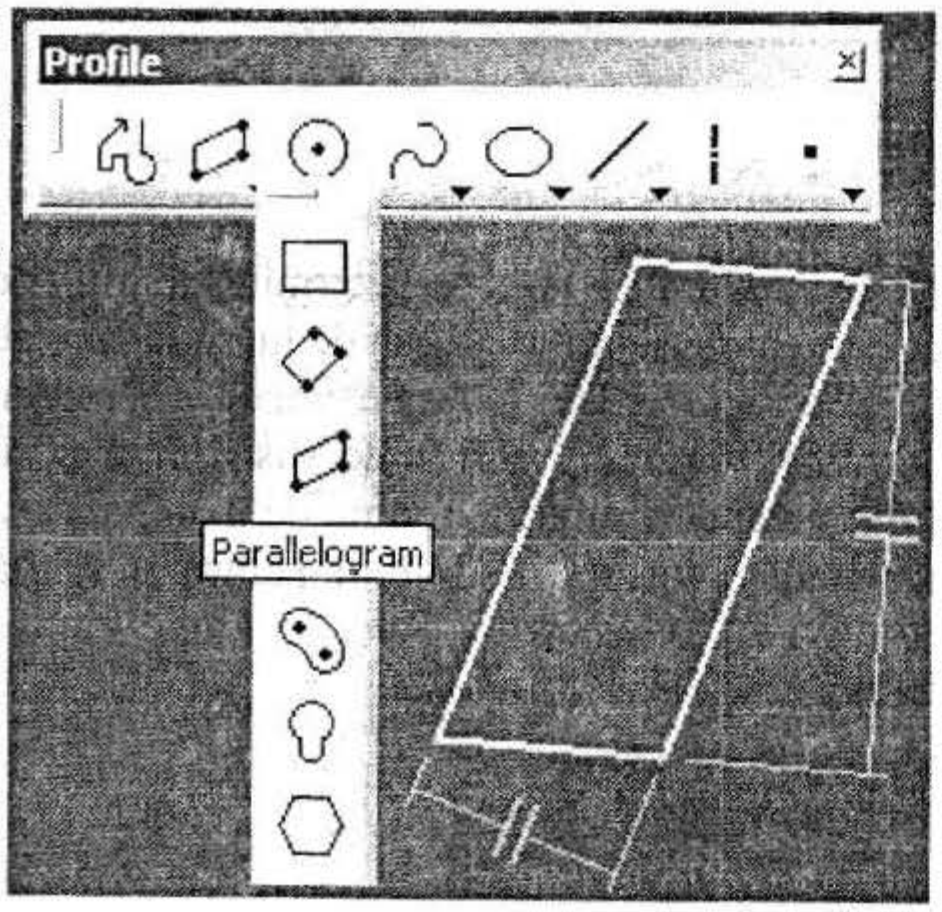


Fig. 2.4. Accesarea unui instrument de schițare din familia *Profile*

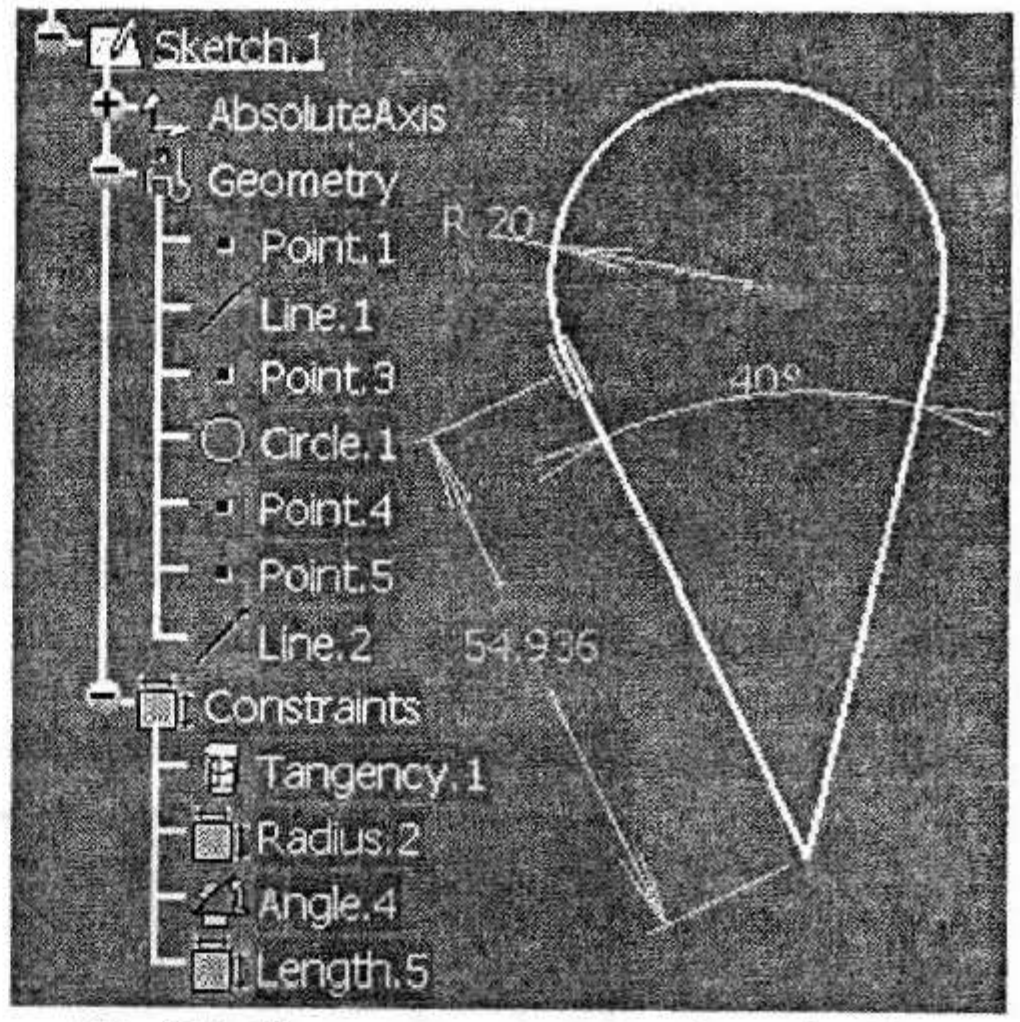


Fig. 2.5. Elemente componente ale unei schițe

Din arborele de specificații, reprezentat extins în figura 2.5, rezultă modul în care este construită schița.

În funcție de complexitatea acesteia, schița este constituită din mai multe elemente de tip punct, cerc, linie (*Point*, *Circle*, *Line*) şi constrângeri între acestea (*Tangency*, *Radius*, *Length*, *Angle*).

Având în vedere că o piesă este modelată pornind de la o schiță, aceasta trebuie să fie corect desenată şi precis constrânsă.

2.3. Barele de instrumente pentru schițare şi constrângere

Programul CATIA pune la dispoziția utilizatorului patru bare de instrumente utilizate în schițare şi constrângere, şi anume: *Sketch Tools*, *Profile*, *Operation* şi *Constraint* (figura 2.6).

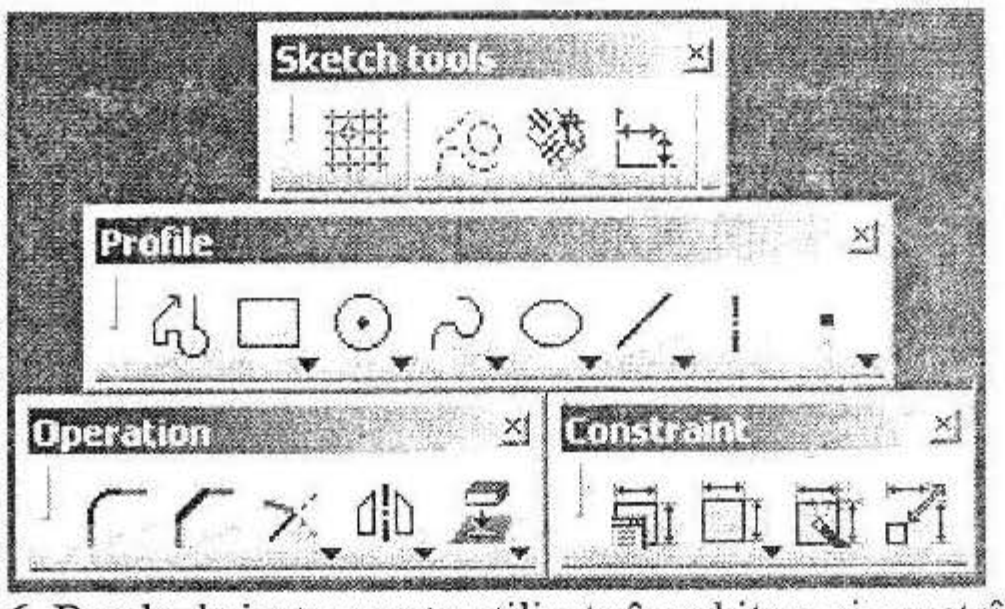


Fig. 2.6. Barele de instrumente utilizate în schițare şi constrângere

Cu ajutorul acestor instrumente, utilizatorul creează şi modifică schițele desenate pentru oricare formă de piese mecanice. Barele de instrumente prezente în modulul CATIA Sketcher sunt disponibile numai în format extins.

În continuare, sunt prezentate barele de instrumente de schițare.

2.3.1. Bara de instrumente Sketch Tools

Bara *Sketch Tools* conține următoarele instrumente ajutătoare în operația de schițare: *Snap to Point*, *Construction/Standard Element*, *Geometrical Constraints* şi *Dimensional Constraints*. Pentru a activa şi afişa pe ecran această bară, se accesează meniul [View] -> [Toolbars] -> [Sketch Tools].

2.3.1.1. Instrumentul Snap to Points

Dacă pictograma acestui instrument este activată, utilizatorul poate să traseze elementele schiței (puncte, linii, arce de cerc etc.) numai prin punctele de intersecție ale gridului (figura 2.7). Gridul reprezintă o rețea de linii orizontale şi verticale, de o anumită rezoluție, fiind de ajutor utilizatorului în trasarea elementelor geometrice ale schiței. Liniile gridului nu fac parte din schiță.

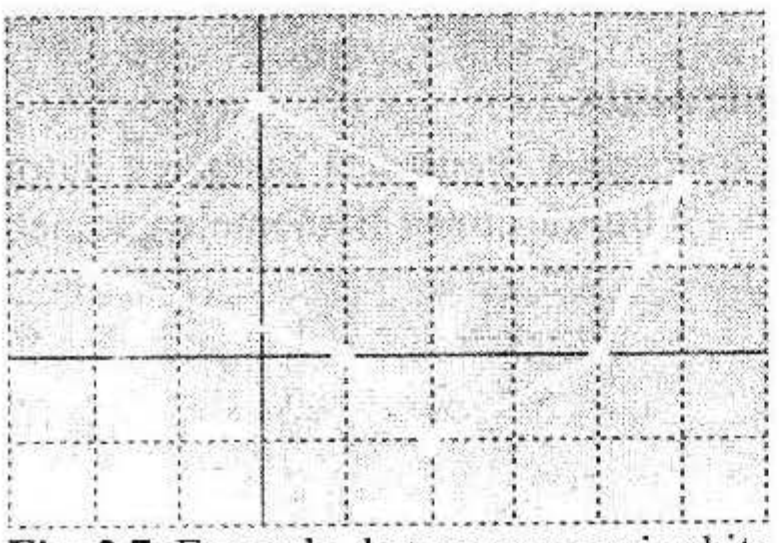


Fig. 2.7. Exemplu de trasare a unei schițe

Astfel, pe măsură ce se inserează puncte noi în schiță, CATIA le stabilește automat poziția în punctele de intersecție ale gridului, la o distanță aleasă de utilizator prin intermediul meniului [Tools] -> [Options] -> [Mechanical Design] -> [Sketcher], aşa cum rezultă din figura 2.8. Aceste valori reprezintă chiar rezoluția la care este afişat gridul.

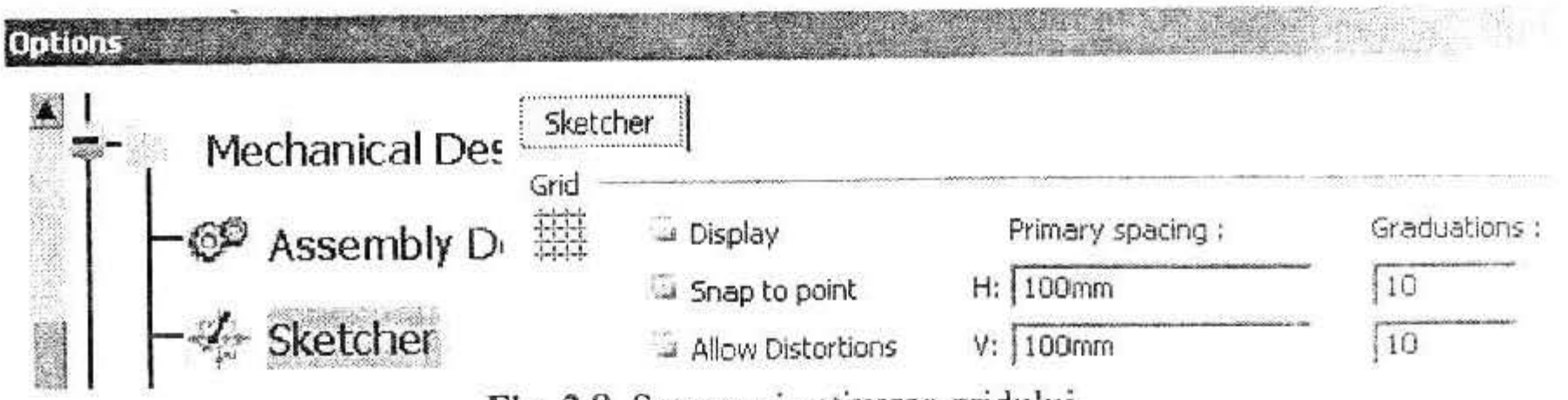


Fig. 2.8. Setarea şi activarea gridului

Instrumentul ajutător în schițare *Snap to Point* se folosește atunci când utilizatorul dorește să realizeze o schiță, foarte rapid şi cu precizie ridicată.

2.3.1.2. Instrumentul Construction/Standard Element

Modulul CATIA Sketcher permite utilizatorului crearea a două tipuri de elemente, standard şi de construcție ajutătoare, diferite, dar bazate pe aceeaşi metodologie.

Dacă elementele standard reprezintă cele mai comune elemente care pot fi create, în unele situații se impune inserarea în schiță a unor elemente geometrice, doar cu scopul de a uşura desenarea.

Elementele geometrice de construcție ajutătoare nu au nici un rol în obținerea corpului tridimensional al piesei şi nici nu sunt afişate în afara modulului CATIA Sketcher.

Pentru exemplificare, la schița din figura 2.9, elementele standard sunt trasate cu linie continuă, iar cele de construcție ajutătoare, cu linie întreruptă şi sunt constrânse (dimensiuni şi tangență).

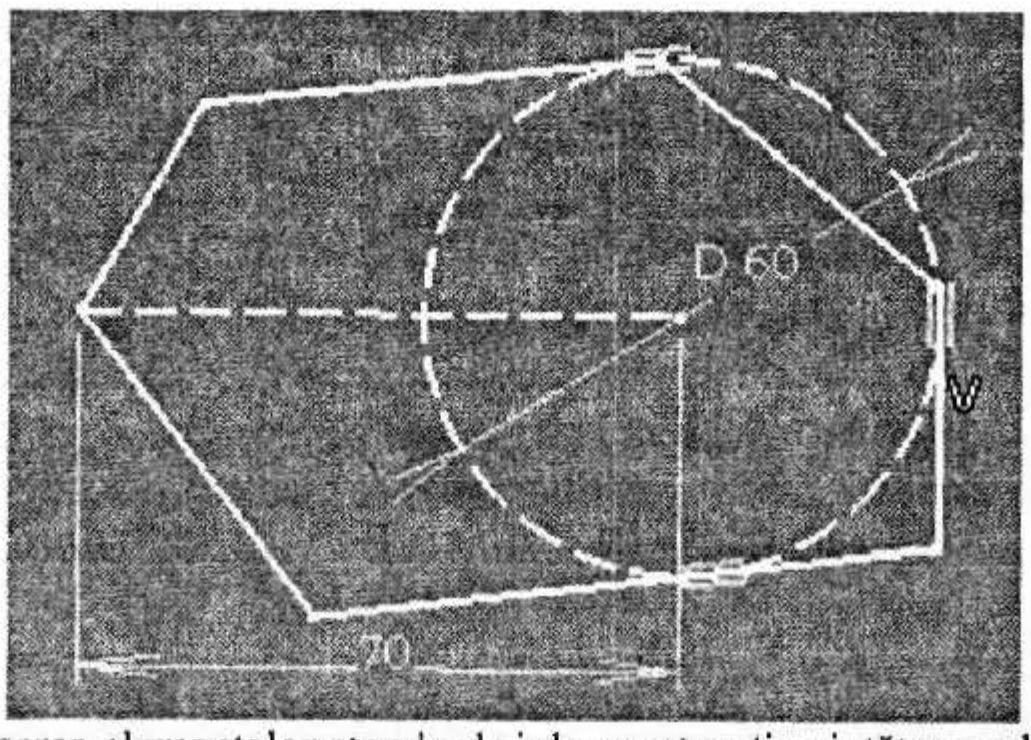


Fig. 2.9. Trasarea elementelor standard şi de construcție ajutătoare ale unei schițe

O opțiune importantă şi foarte utilă constă în posibilitatea de a transforma un element standard într-un element de construcție ajutătoare şi invers, prin simpla activare/dezactivare a pictogramei "*Construction/Standard Element*".

2.3.1.3. Instrumentul Geometrical Constraints

Instrumentul ajutător în schițare *Geometrical Constraints* realizează inserarea automată în schiță şi în arborele său de specificații a unor constrângeri şi limitări între elementele geometrice.

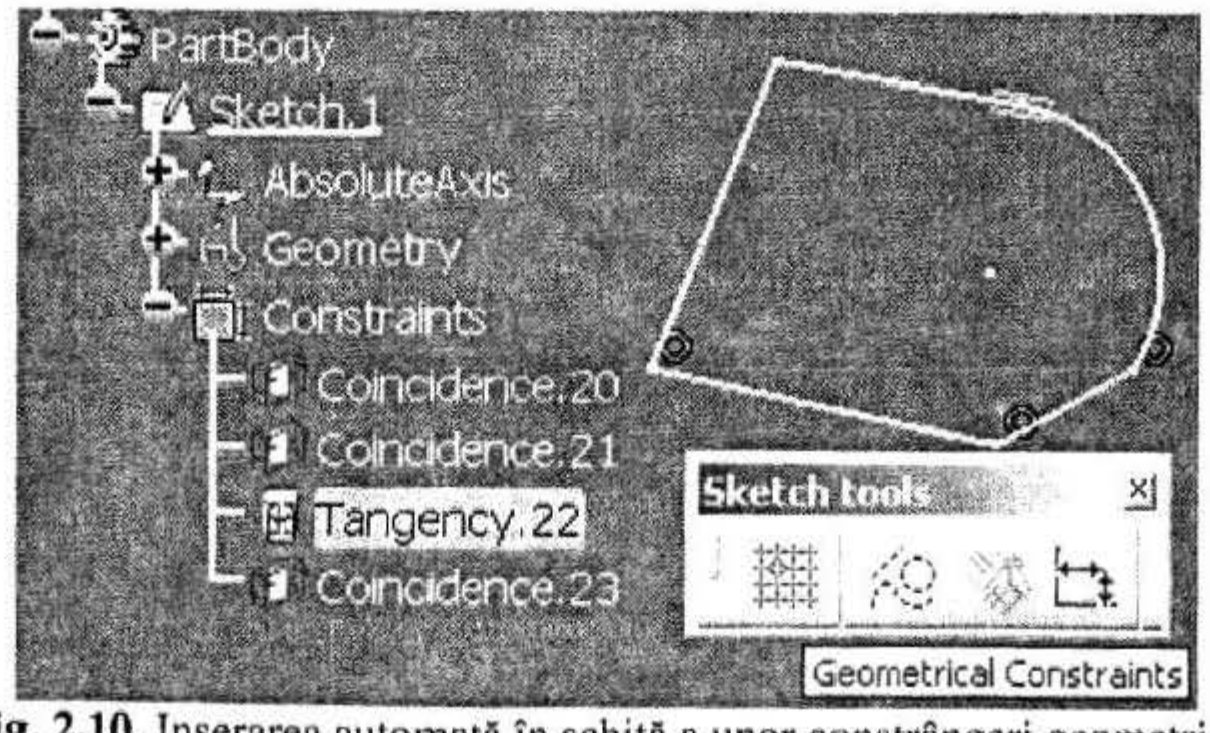


Fig. 2.10. Inserarea automată în schiță a unor constrângeri geometrice

Astfel, în figura 2.10, după selectarea şi activarea instrumentului ajutător în schițare *Geometrical Constraints*, acesta a adăugat automat în arborele de specificații patru constrângeri: trei de coincidență şi una de tangență.

2.3.1.4. Instrumentul Dimensional Constraints

Instrumentul ajutător în schițare *Dimensional Constraints* inserează automat în schiță şi în arborele său de specificații diverse constrângeri dimensionale între elementele geometrice ale schiței şi sistemul de coordonate al planului în care aceasta se creează.

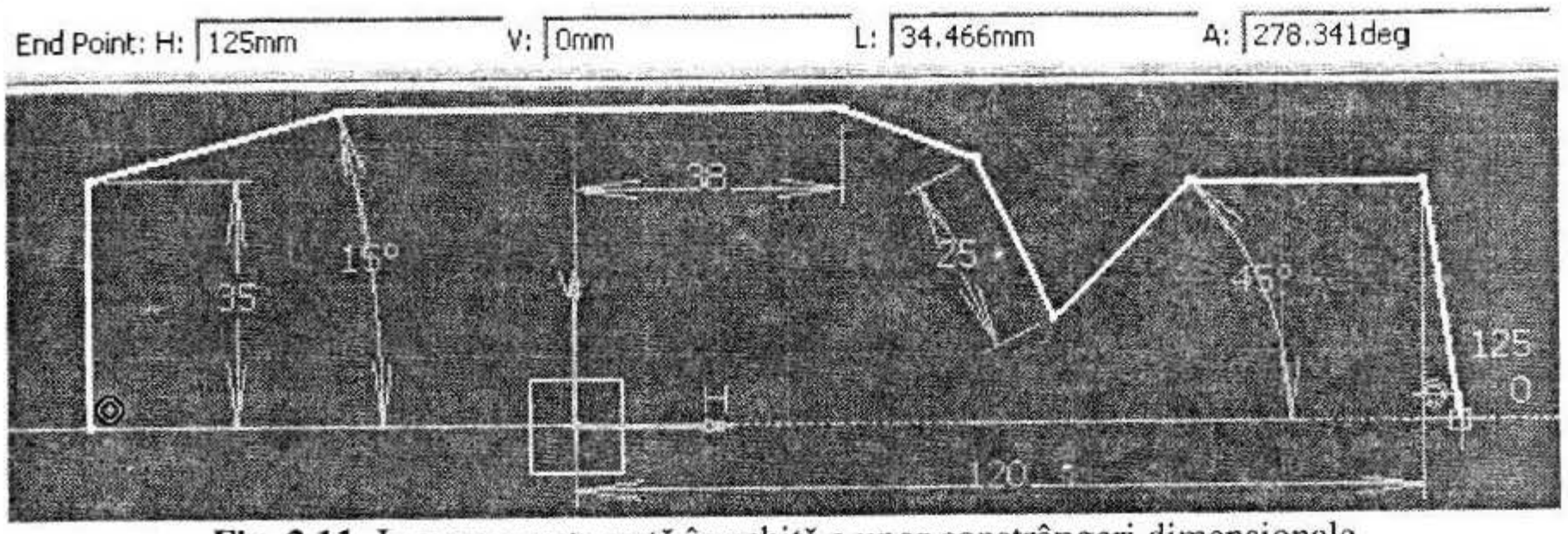


Fig. 2.11. Inserarea automată în schiță a unor constrângeri dimensionale

Utilizatorul trebuie doar să stabilească coordonatele punctelor prin care se va trasa schița, iar programul CATIA adaugă constrângerile respective. În câmpurile de valori se pot introduce coordonatele pe orizontală, verticală, precum şi lungimea liniei şi unghiul cu una dintre axele de coordonate (figura 2.11), respectiv, rază pentru arcul de cerc.

Din acest punct de vedere, metoda de trasare a schiței se aseamănă cu cea utilizată de programul AutoCAD la desenarea profilelor prin coordonate relative şi polare.

2.3.2. Bara de instrumente Profile

Bara *Profile* conține următoarele instrumente de schițare: *Profile*, *Predefined Profile* (*Rectangle*, *Oriented Rectangle*, *Parallelogram*, *Elongated Hole*, *Cylindrical Elongated Hole*, *Keyhole Profile*, *Hexagon*), *Circle* (*Circle*, *Three Point Circle*, *Circle Using Coordinates*, *Tri-Tangent Circle*, *Arc*, *Three Point Arc*, *Three Point Arc Starting With Limits*), *Conic* (*Ellipse*, *Parabola by Focus*, *Hyperbola by Focus*, *Conic*), *Spline* (*Spline*, *Connect*), *Line* (*Line*, *Infinite Line*, *Bi-Tangent Line*, *Bisecting Line*), *Axis* şi *Point* (*Point*, *Point by Using Coordinates*, *Equidistant Points*, *Intersection Point*, *Projection Point*).

Diversitatea instrumentelor este determinată de necesitatea trasării a cât mai multor tipuri de elemente geometrice ale schiței. Pentru a o activa şi afişa pe ecran se accesează meniul [View] -> [Toolbars] -> [Profile].

2.3.2.1. Instrumentul Profile

Un profil este compus dintr-o succesiune de linii şi arce de cerc. Dacă punctul inițial, din care se începe trasarea profilului, coincide cu punctul final, în care se încheie trasarea acestuia, profilul se consideră închis. În cazul contrar, în care cele două capete ale profilului nu coincid, profilul este deschis.

Pentru a putea fi utilizat mai departe, în modelarea tridimensională a unei piese, cu ajutorul instrumentelor de modelare din modulul CATIA Part Design, un profil trebuie să fie întotdeauna închis. Mai mult, două sau mai multe curbe (linii şi arce de cerc) ale profilului nu trebuie să se intersecteze.

Pentru a obține un profil, utilizatorul apasă pe pictograma "*Profile*", alege cu mouse-ul, în zona de lucru, punctul de început, eliberează butonul stânga al mouse-ului, îl deplasează pe acesta în altă poziție și alege un alt punct, obținând, astfel, o linie. Procedând în mod similar se obține o succesiune de linii. Pentru a obține arce de cerc între două puncte diferite, se ține apăsat butonul stânga al mouse-ului, obținând primul capăt al arcului de cerc, se eliberează butonul, apoi se stabileşte celălalt capăt al arcului de cerc, simultan cu raza acestuia.

Desenarea liniilor și a arcelor de cerc care compun profilul se realizează, astfel, în "timp real", utilizatorul urmărind permanent rezultatele acțiunilor sale.

Desigur, mai există o posibilitate de a trasa profilul, prin introducerea coordonatelor următorului punct, a lungimii liniei, a unghiului cu una dintre axele de coordonate, respectiv, a unei raze în cazul arcelor de cerc.

Pe măsură ce este trasat profilul, CATIA asistă procesul de desenare oferind utilizatorului, tot în "timp real", diferite constrângeri (tangență, paralelism, perpendicularitate etc.), relative la diferite elemente ale profilului (schița în curs de trasare).

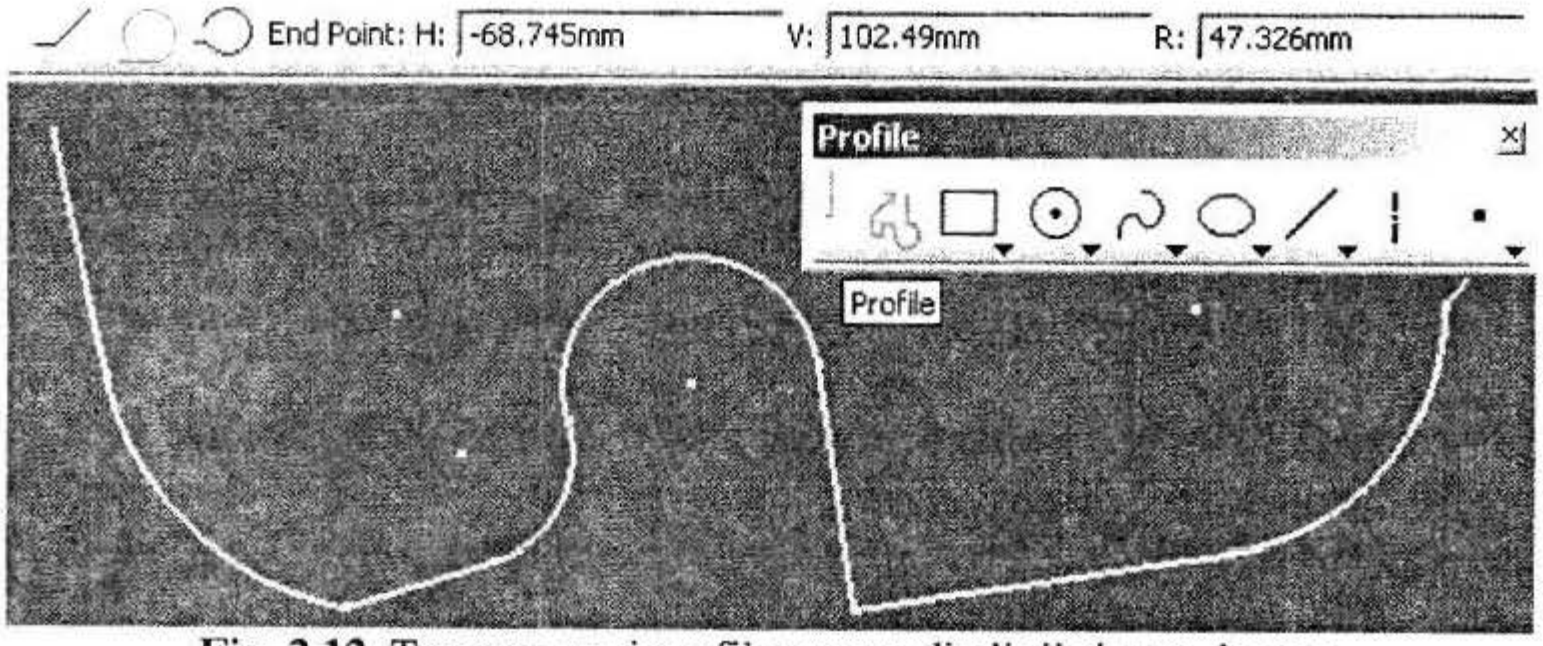


Fig. 2.12. Trasarea unui profil compus din linii şi arce de cerc

În figura 2.12 este reprezentat un profil deschis care conține linii şi arce de cerc cu diferite lungimi şi, respectiv, raze. Centrele arcelor de cerc rămân reprezentate în schiță ca puncte, dar nu sunt luate în considerare în eventualitatea creării corpului tridimensional al unei piese, care să aibă la bază profilul creat.

2.3.2.2. Instrumentul Predefined Profile

Acest instrument de schițare conține numeroase profile predefinite, precum: dreptunghiul, dreptunghiul orientat, paralelogramul, gaura alungită, gaura alungită curbată, profilul "gaură de cheie" şi hexagonul.

Dreptunghiul (*Rectangle*) se desenează prin stabilirea, cu ajutorul mouse-ului, a două colțuri diagonal opuse sau prin introducerea coordonatelor acestora în câmpurile de valori, pe orizontală şi verticală, aşa cum rezultă din figura 2.13.

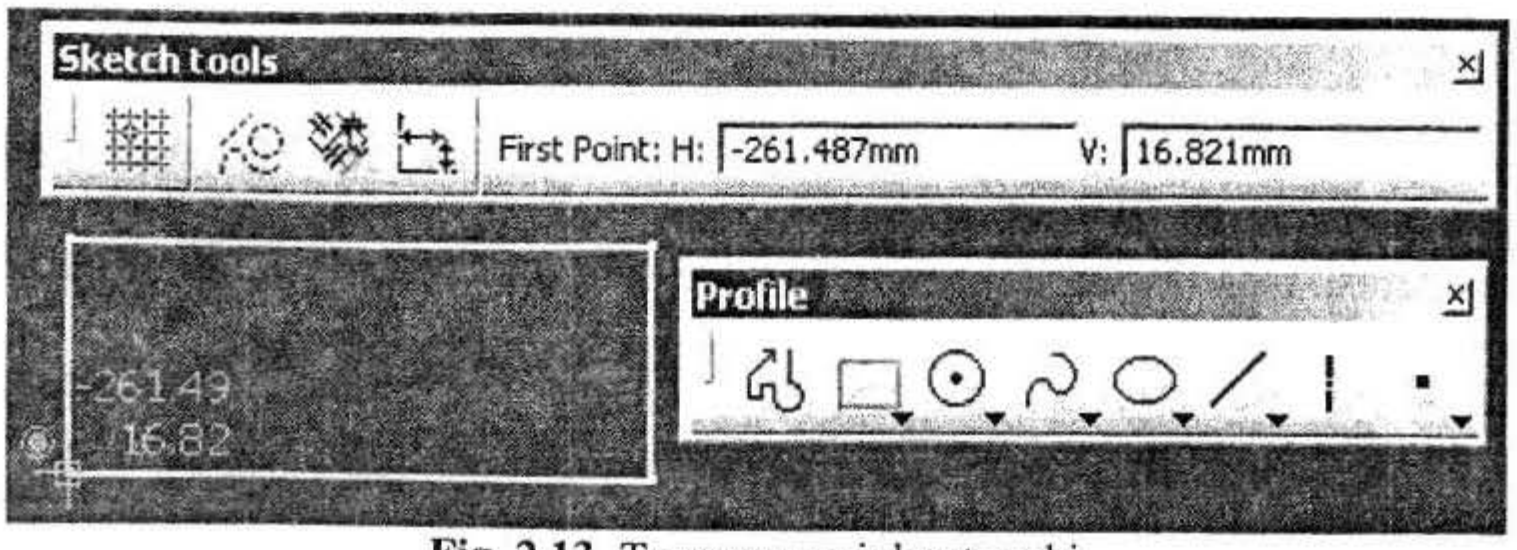


Fig. 2.13. Trasarea unui dreptunghi

Dreptunghiul orientat (*Oriented Rectangle*) se desenează similar, dar, cu ajutorul mouse-ului, se stabilesc trei puncte: punctul de început, punctul care dă orientarea dreptunghiului şi punctul final, diagonal opus punctului de început.

În figura 2.14 este reprezentat un dreptunghi orientat, se observă semnul unghiului drept în colţul din dreapta sus, dar şi coordonatele punctului final şi lungimea laturii mici, în câmpurile de valori. Aceste valori sunt, implicit, cu trei zecimale, pentru o precizie cât mai ridicată a schiţei. Numărul de zecimale se poate modifica din meniul [Tools] -> [Options] -> [General] -> [Parameters and Measures] -> [Units].

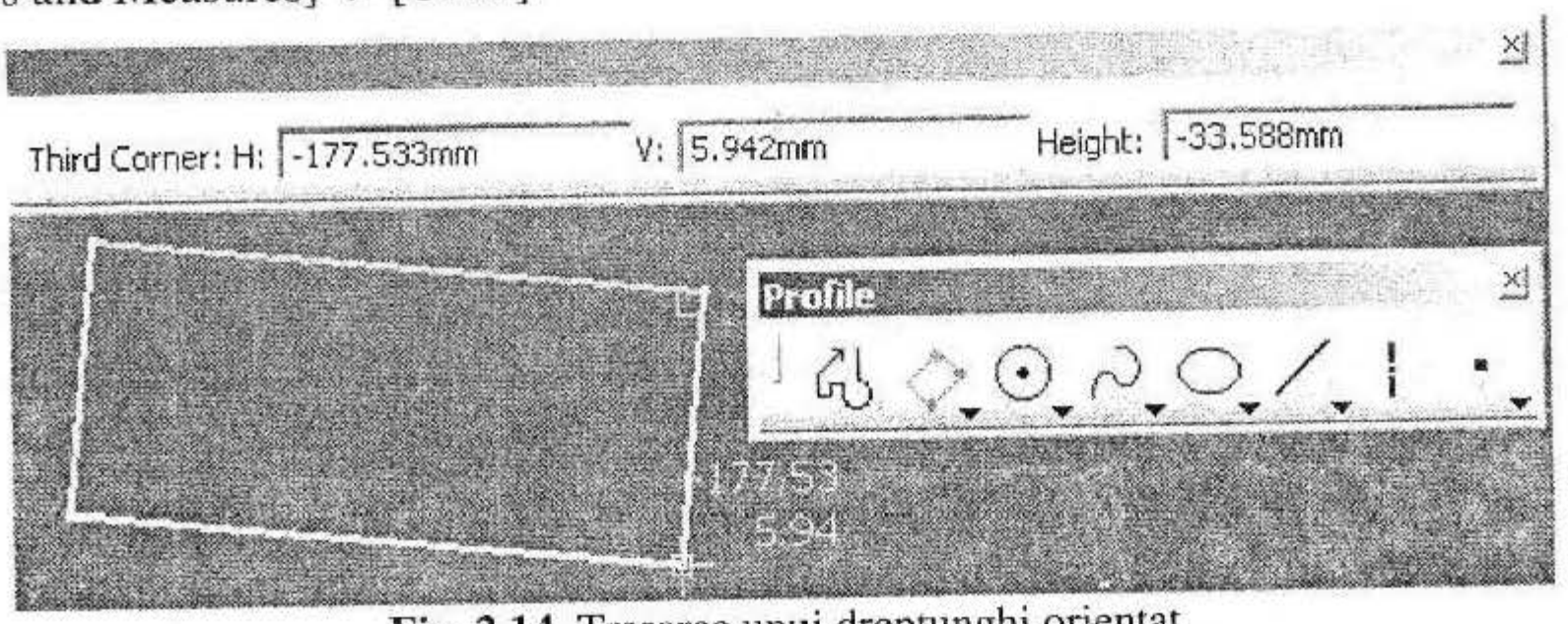


Fig. 2.14. Trasarea unui dreptunghi orientat

Paralelogramul (*Parallelogram*) se trasează prin indicarea a trei puncte care definesc două dintre laturile sale. În câmpurile de valori se pot introduce coordonatele acestor puncte şi unghiul dintre cele două laturi definite. Pentru exemplificare, în figura 2.15 sunt indicate colţurile paralelogramului şi unghiul pe care latura în curs de trasare a acestuia îl face cu axa orizontală a sistemului de coordonate, în sens trigonometric.

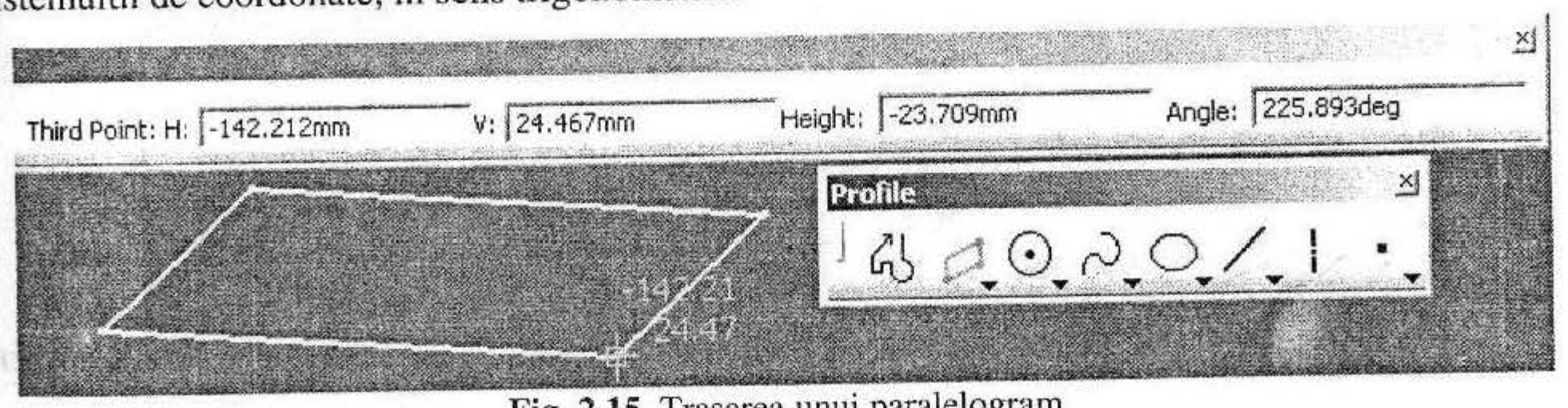


Fig. 2.15. Trasarea unui paralelogram

Gaura alungită (*Elongated Hole*), reprezentată în figura 2.16, se desenează prin indicare a două puncte care definesc distanţa, pe o dreaptă, dintre centrele semicercurilor de la capetele profilului şi un al treilea punct pentru a stabili lăţimea găurii alungite.

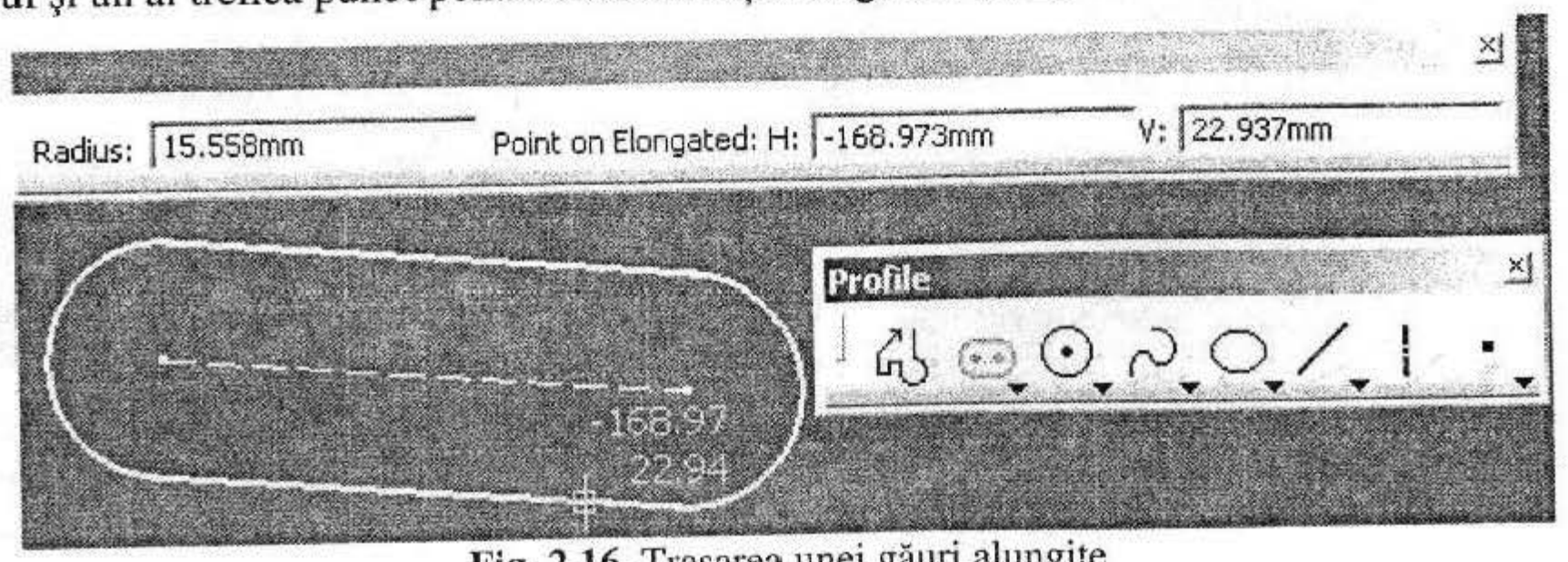


Fig. 2.16. Trasarea unei găuri alungite

Gaura alungită curbată (*Cylindrical Elongated Hole*) se creează similar cu gaura alungită, dar centrele semicercurilor de la capete sunt dispuse pe un arc de cerc. Astfel, utilizatorul va defini, pe rând, centrul arcului de cerc, punctele de extremitate ale acestuia şi raza găurii alungite curbate (figura 2.17).

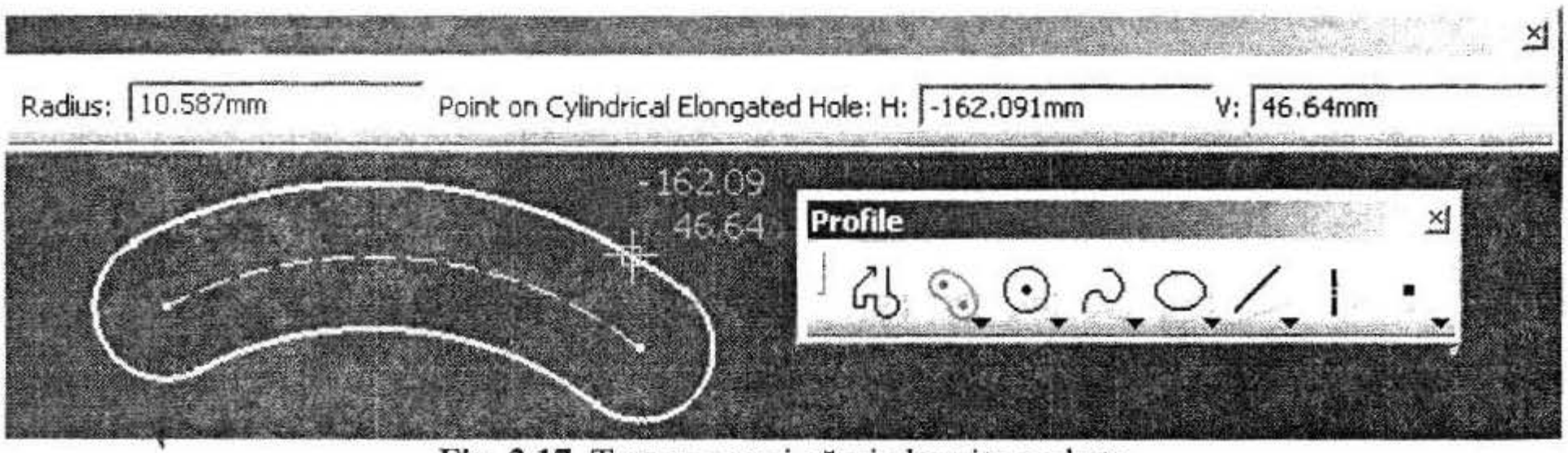


Fig. 2.17. Trasarea unei găuri alungite curbate

Profilul "gaură de cheie" (*Keyhole Profile*) se trasează prin precizarea punctului care defineşte centrul cercului de rază mare, a punctului care reprezintă centrul razei mici, a unui punct care stabileşte raza mică (*Small Radius*) şi a unui punct care stabileşte raza mare (*Second Radius*), aşa cum rezultă din figura 2.18.

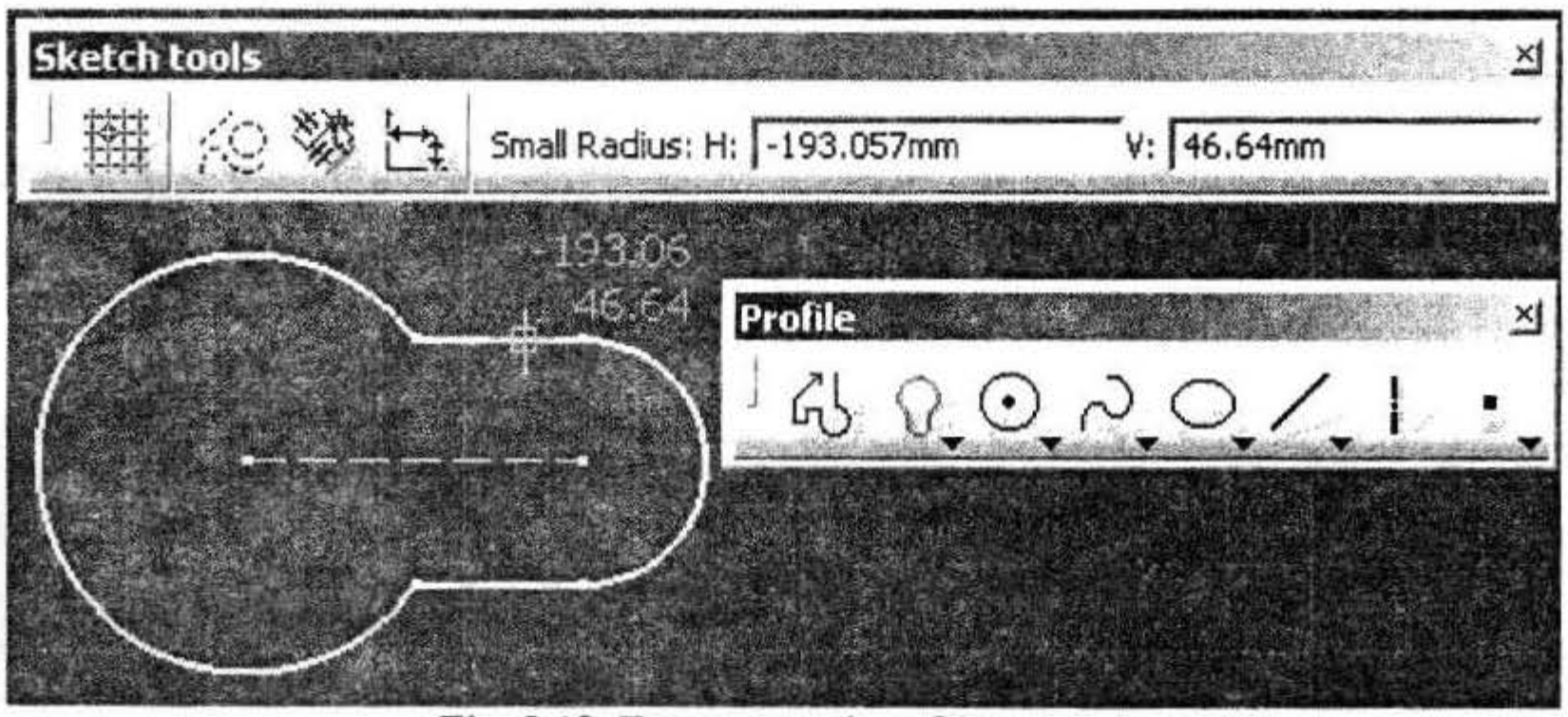


Fig. 2.18. Trasarea unui profil "gaură de cheie"

Hexagonul (*Hexagon*) se trasează simplu prin definirea centrului cercului său circumscris, a unui punct de pe o latură şi a orientării (figura 2.19).

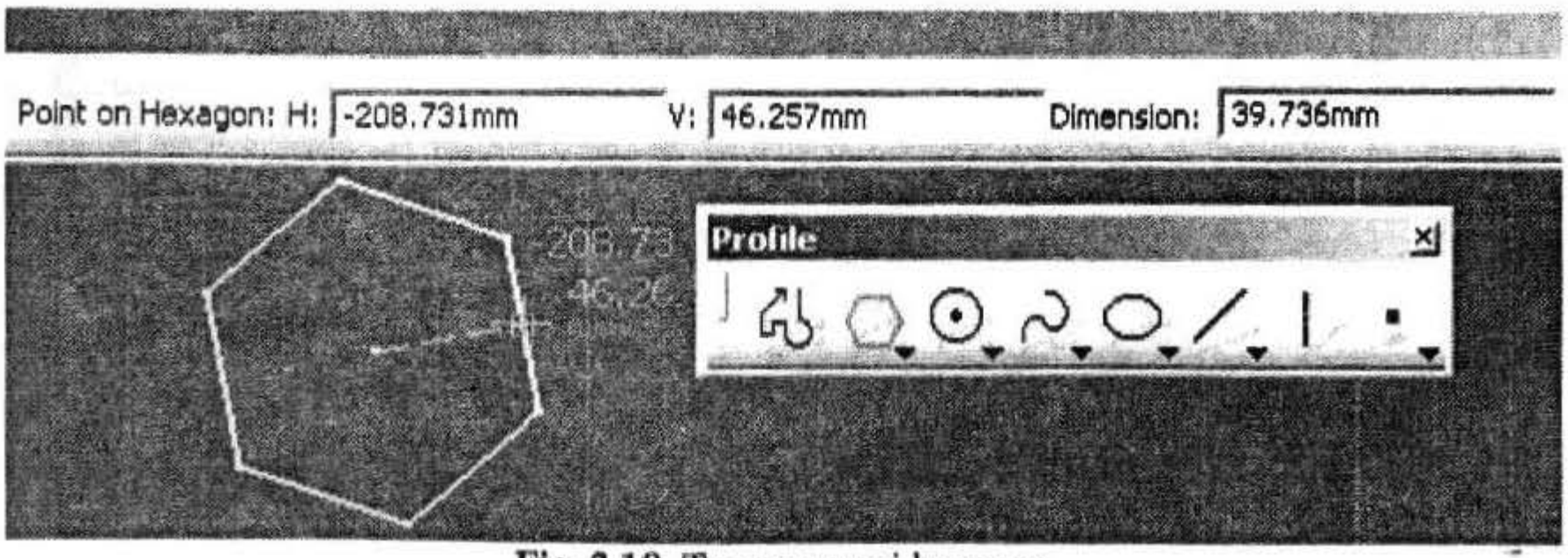


Fig. 2.19. Trasarea unui hexagon

2.3.2.3. Instrumentele Circle

Instrumentele de schițare *Circle* oferă numeroase moduri de creare a cercurilor, astfel: prin indicarea centrului şi a razei, prin indicarea a trei puncte aflate pe cerc, cu ajutorul coordonatelor introduse de la tastatură etc.

Folosind instrumentul de schițare *Circle* se exemplifică trasarea cercului, indicând centrul şi mărimea razei acestuia, în figura 2.20.

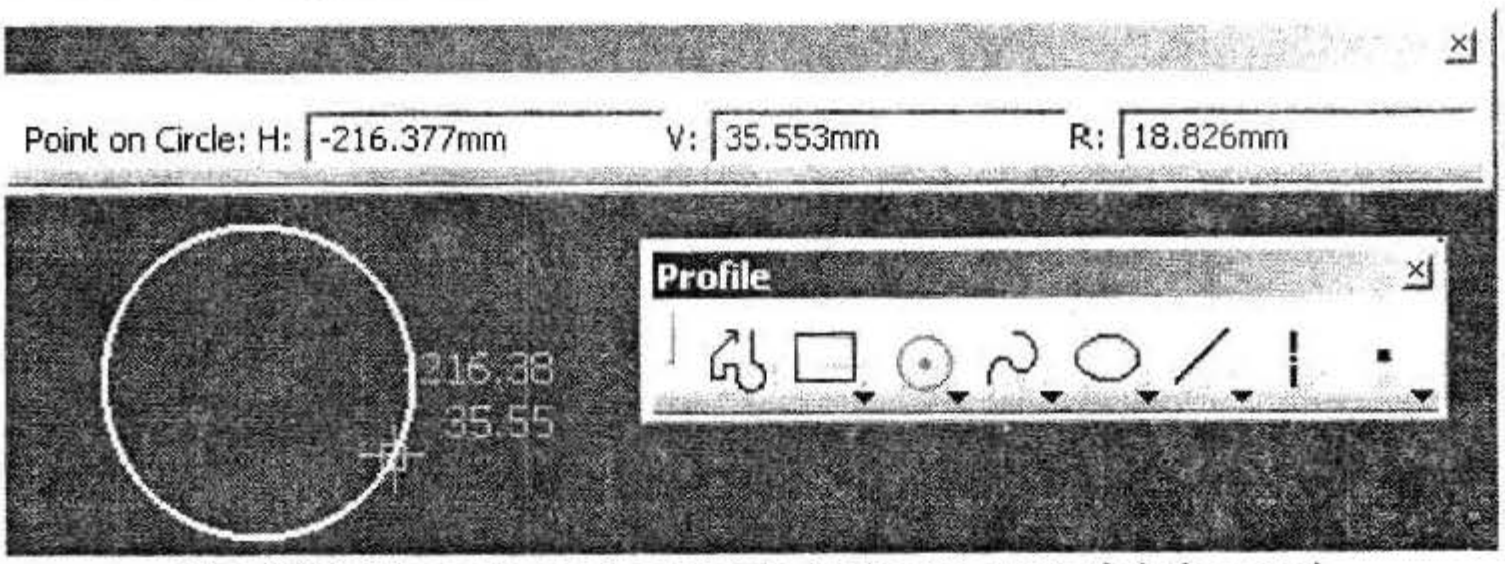


Fig. 2.20. Trasarea unui cerc prin indicarea centrului şi a razei

Cercul poate fi desenat şi prin indicarea a trei puncte (*Three Point Circle*) de pe circumferința sa, așa cum rezultă din figura 2.21.

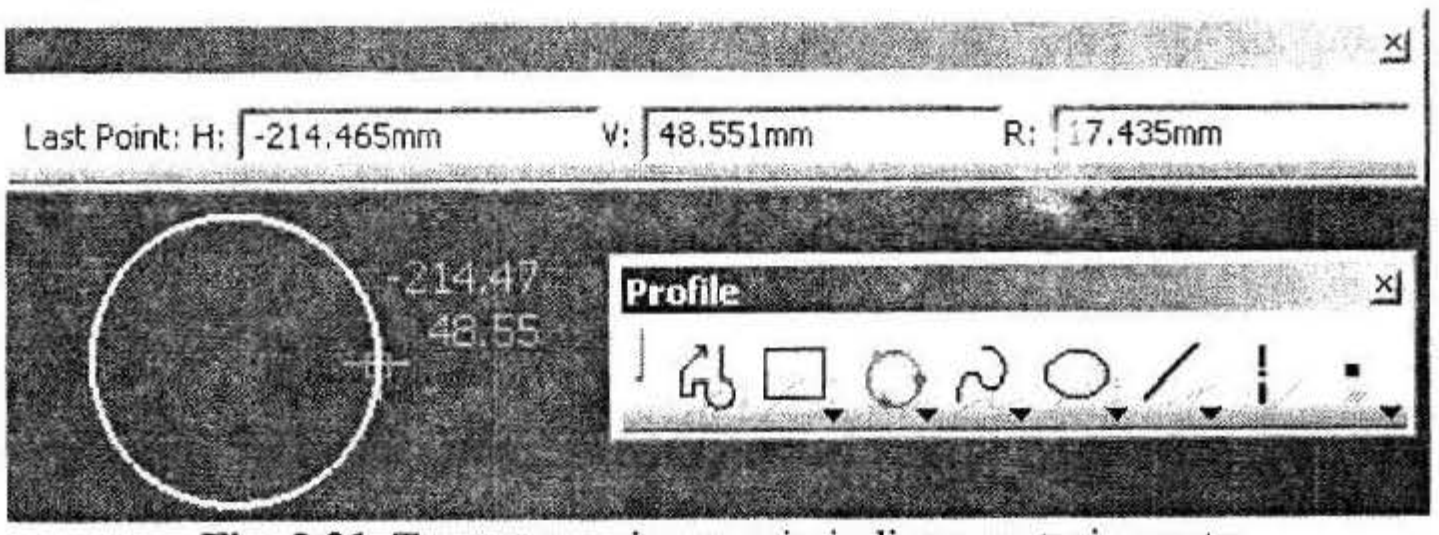


Fig. 2.21. Trasarea unui cerc prin indicarea a trei puncte

Pentru a desena un cerc prin introducerea coordonatelor centrului său şi a valorii razei, se utilizează instrumentul de schițare *Circle Using Coordinates*.

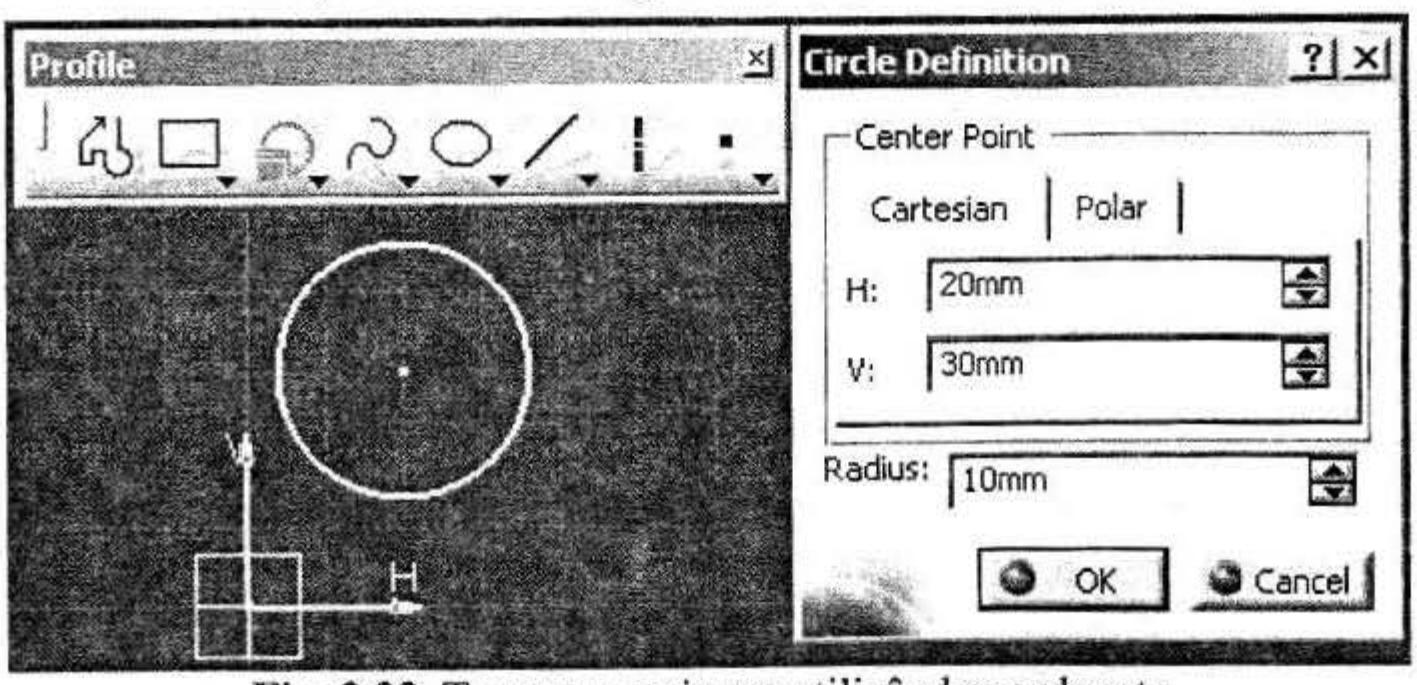


Fig. 2.22. Trasarea unui cerc utilizând coordonate

Coordonatele de definire ale cercului se pot introduce atât în format cartezian (coordonatele centrului în funcție de sistemul de coordonate, apoi raza), așa cum se observă în figura 2.22, cât şi

în format polar (poziția centrului cercului este definită printr-o rază și un unghi măsurat în sens trigonometric).

Un cerc, într-un desen, poate fi tangent la unul sau mai multe dintre elementele acestuia. Astfel, utilizând instrumentul de schițare *Tri-Tangent Circle*, în figura 2.23, s-a desenat un cerc prin trei puncte particulare, de tangență la trei linii oarecare, existente anterior în schiță.

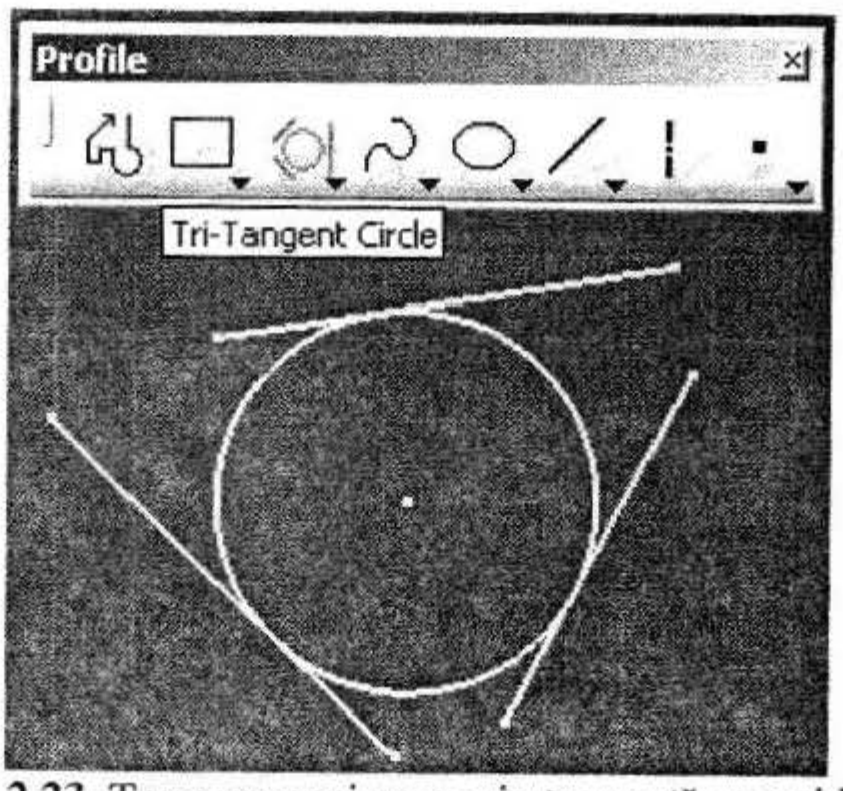


Fig. 2.23. Trasarea unui cerc prin tangență cu trei linii

Trasarea unui arc de cerc cu ajutorul instrumentului de schițare *Three Point Arc* se realizează prin indicarea a trei puncte (de început, a unui punct pe cerc și a punctului de sfârșit al arcului de cerc), așa cum se prezintă în figura 2.24.

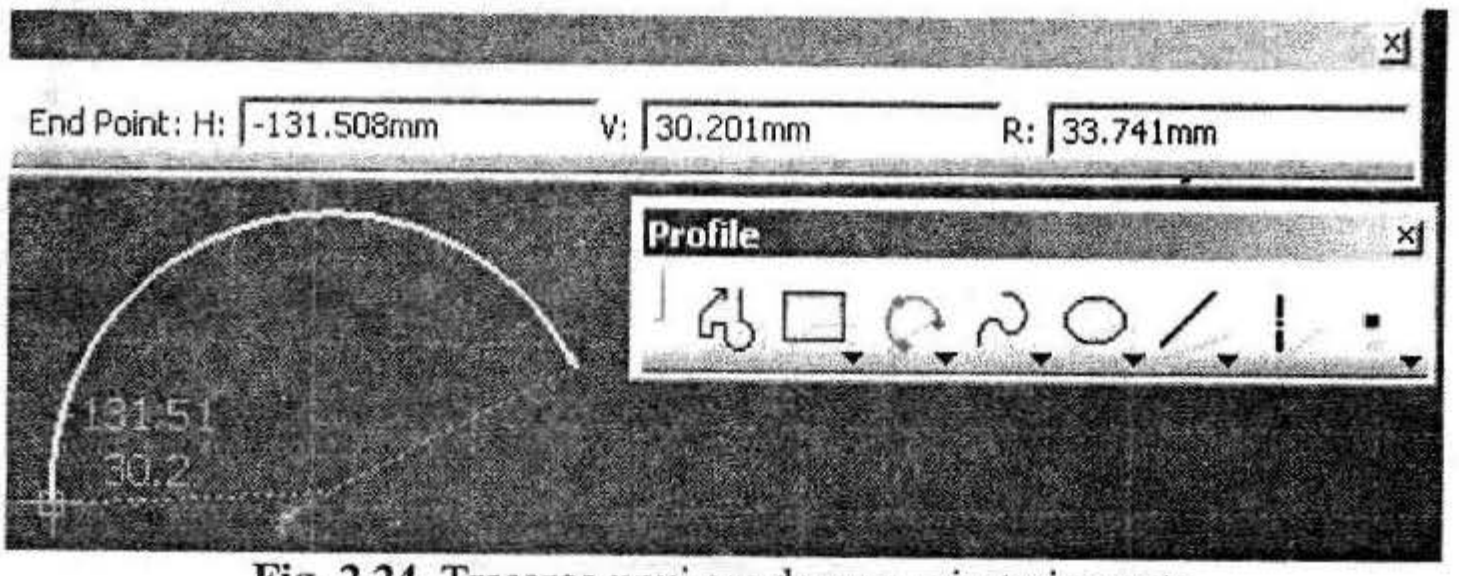


Fig. 2.24. Trasarea unui arc de cerc prin trei puncte

Utilizarea instrumentului de schițare *Three Point Arc Starting With Limits* este asemănătoare cu cea precedentă, dar ordinea indicării celor trei puncte este, în acest caz, diferită, și anume: punctul de început, de sfârșit și a unui punct pe cerc (figura 2.25).

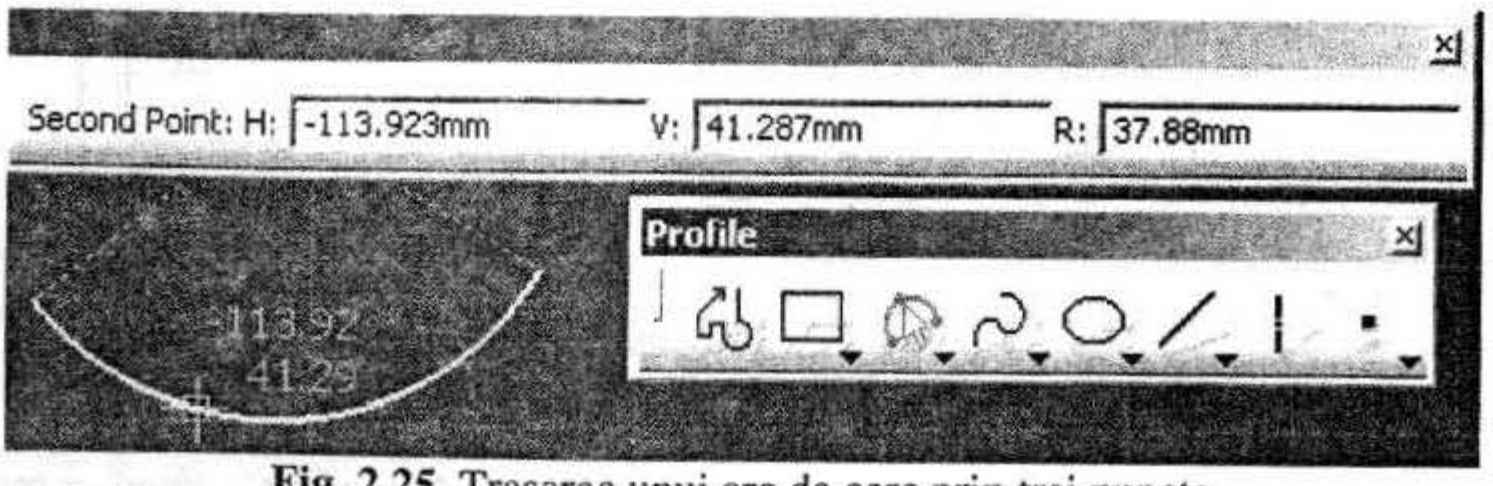


Fig. 2.25. Trasarea unui arc de cerc prin trei puncte

Ultima metodă de desenare a unui cerc este cea prin intermediul instrumentului de schițare *Arc* şi se realizează prin indicarea centrului, a punctului de început şi a celui de sfârşit, pentru cercul sau arcul de cerc considerat (figura 2.26).

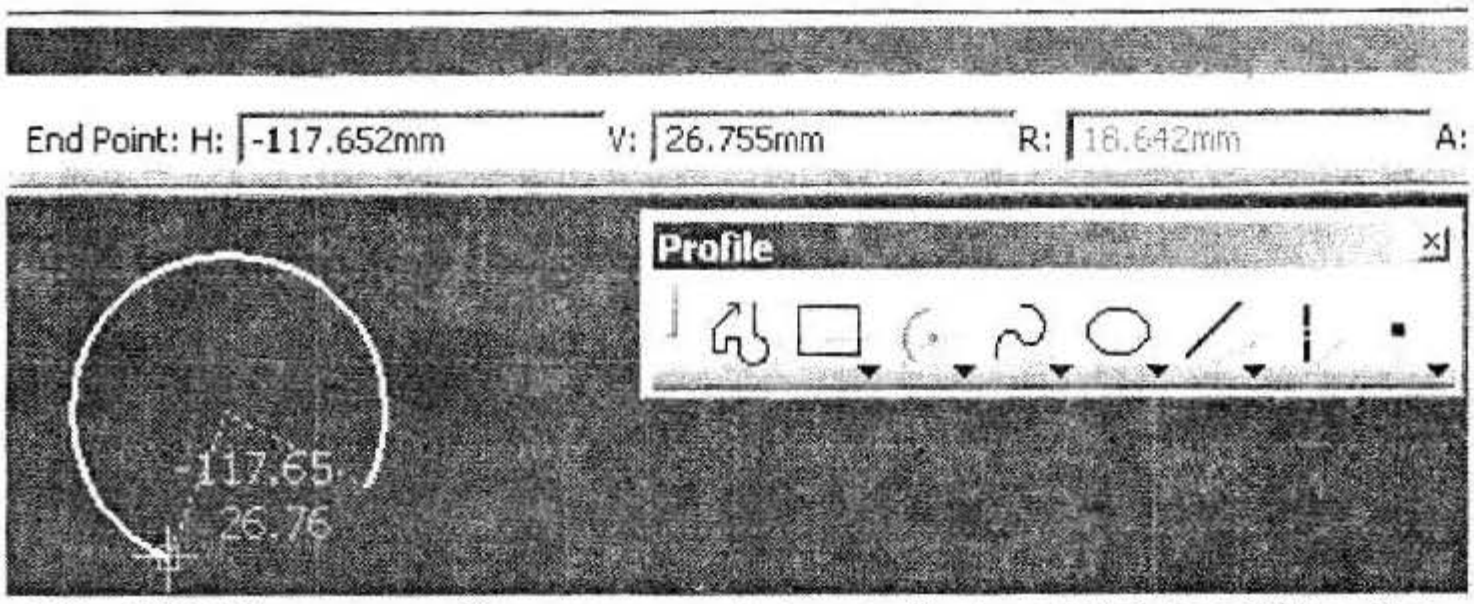


Fig. 2.26. Trasarea unui cerc sau arc de cerc cu instrumentul de schițare *Arc*

2.3.2.4. Instrumentele Conic

Instrumentele de schițare *Conic* permit crearea unor curbe plane, precum: elipse, parabole, hiperbole şi a unei curbe oarecare.

Elipsa (*Ellipse*) se trasează prin indicarea a trei puncte, şi anume: punctul care defineşte centrul elipsei, punctul care determină un capăt al axei mari, respectiv, punctul situat pe elipsă, care îi determină axa mică (figura 2.27).

Din punct de vedere matematic, elipsa este curba plană generată de un punct ce se deplasează în plan astfel încât, în orice poziție, suma distanțelor față de două puncte fixe, denumite focare, este constantă şi egală cu diametrul maxim. În anumite condiții, elipsa poate deveni un cerc.

Elipsa trasată în figura 2.27 este o elipsă înclinată deoarece axa mare este înclinată cu un anumit unghi față de axa orizontală a sistemului de coordonate.

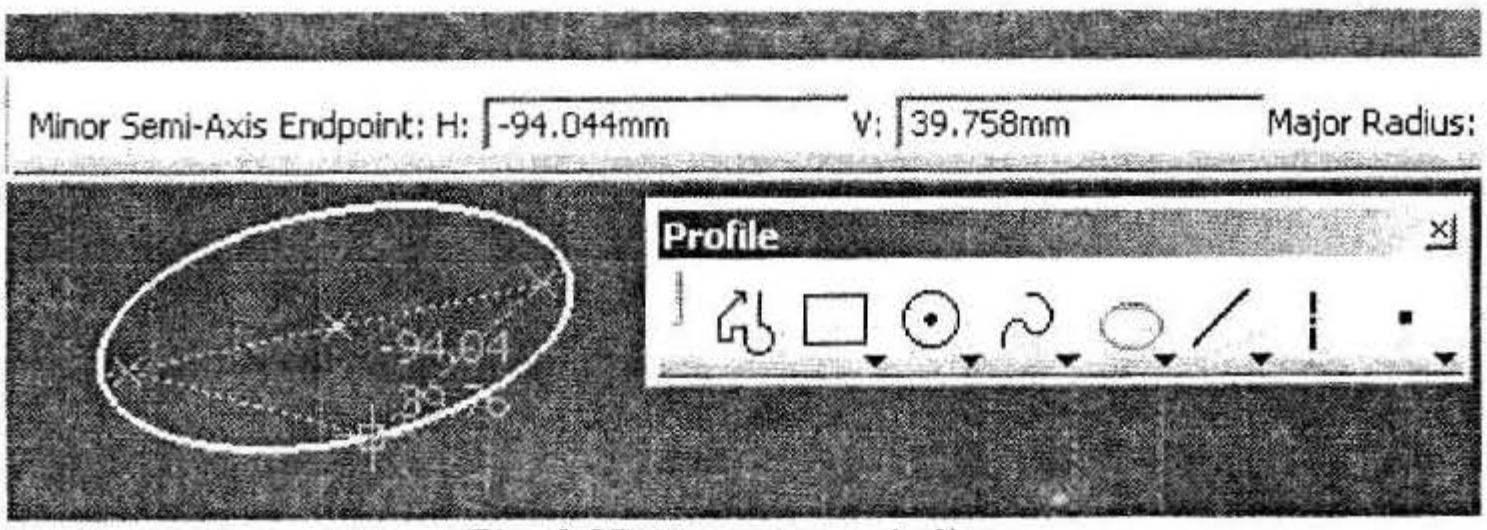


Fig. 2.27. Trasarea unei elipse

Instrumentul de schițare *Parabola by Focus* permite crearea unei parabole indicând punctele care-i definesc focarul, vârful, începutul şi sfârşitul (figura 2.28).

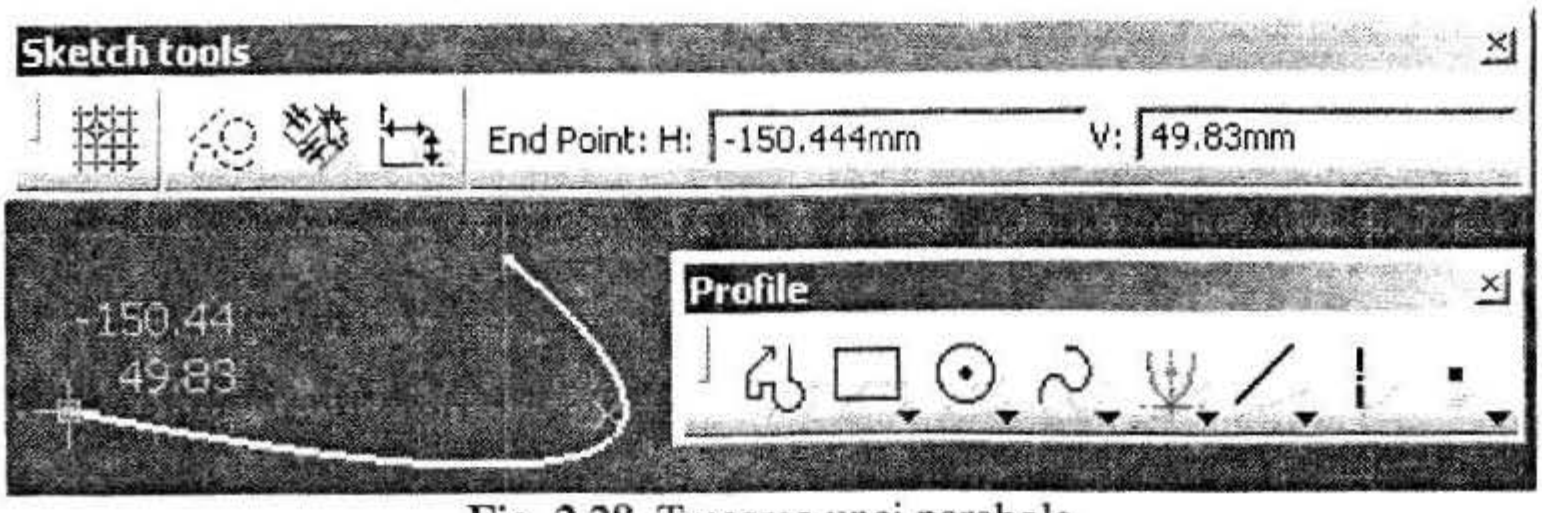


Fig. 2.28. Trasarea unei parabole

Instrumentul de schiţare *Hyperbola by Focus* permite crearea unei hiperbole prin indicarea focarului, a vârfului şi a punctelor de început şi sfârşit ale acesteia (figura 2.29).

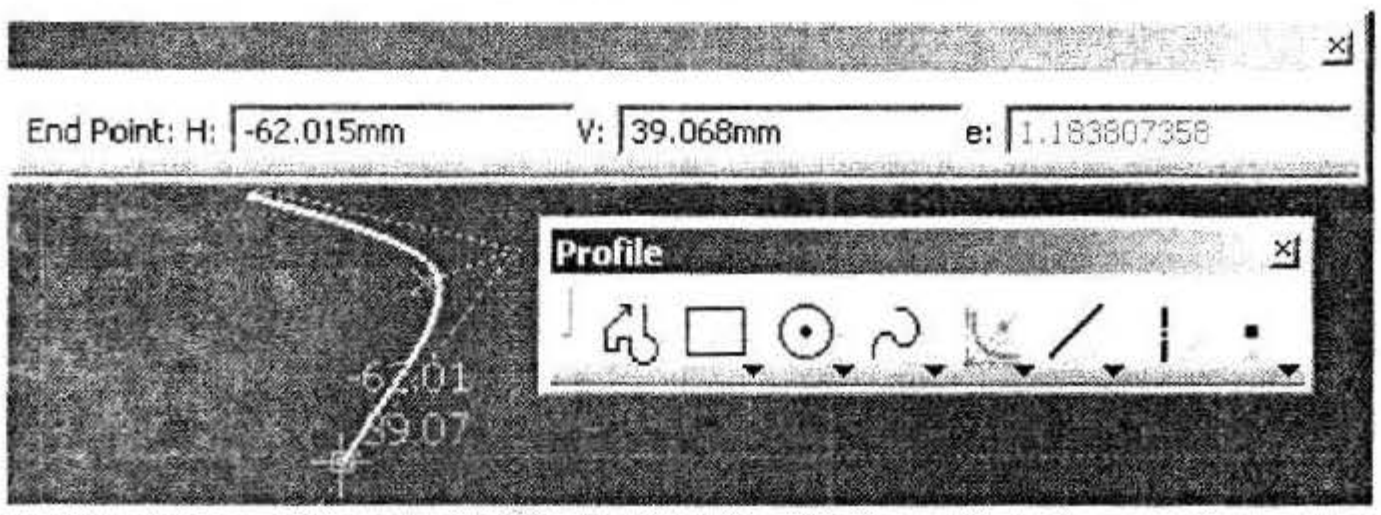


Fig. 2.29. Trasarea unei hiperbole

Instrumentul de schiţare *Creates a Conic* se utilizează la obţinerea unei curbe conice (figura 2.30), prin indicarea punctelor prin care aceasta să treacă, a tangentelor la curbă sau prin introducerea de la tastatură în câmpurile de valori a excentricităţii sale. Va rezulta, astfel, una din următoarele curbe: elipsă, cerc, parabolă sau hiperbolă.

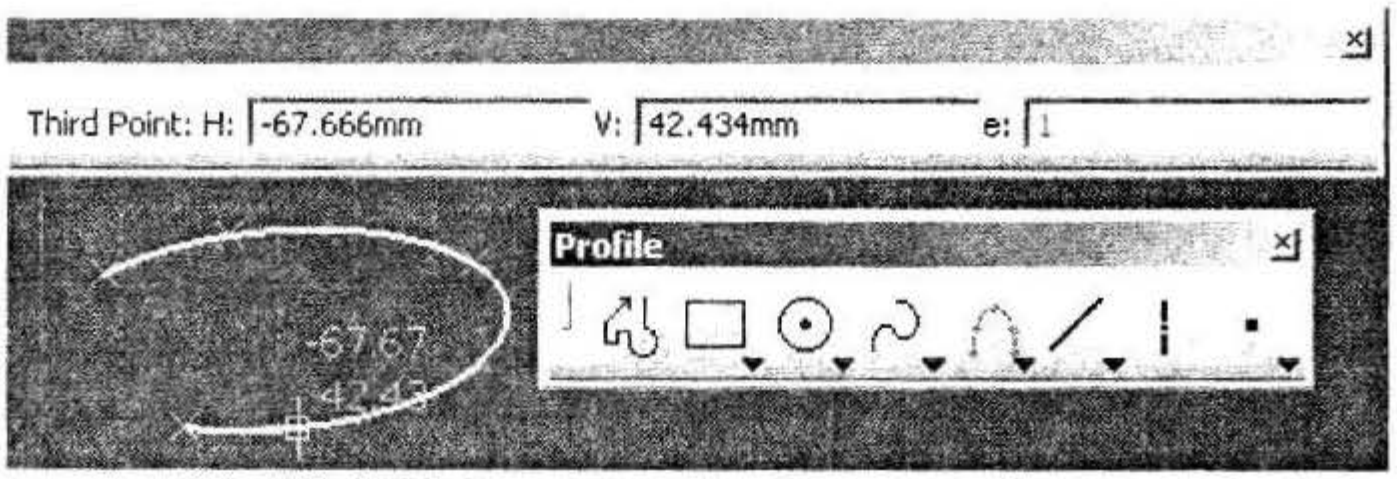


Fig. 2.30. Trasarea unei curbe conice oarecare

Utilizatorul are la dispoziţie patru metode de trasare a unei curbe conice:
-prin indicarea a cinci puncte;
-prin indicarea a patru puncte şi stabilirea unei tangente;
-prin indicarea a trei puncte şi stabilirea a două tangente;
-prin indicarea a trei puncte, stabilirea a două tangente şi introducerea valorii excentricităţii.

2.3.2.5. Instrumentele Spline

Instrumentele de schiţare *Spline* permit crearea unei curbe Spline prin două metode: prin indicarea punctelor de control ale curbei sau prin crearea unei curbe ca legătură între două elemente ale schiţei.

În prima metodă, *Spline*, utilizatorul indică punctele prin care trece curba Spline (figura 2.31), stabilind, astfel, poziţia primului punct al curbei, apoi al doilea, al treilea etc. Încheierea trasării curbei Spline se realizează prin dublu-click cu mouse-ul în punctul de sfârşit al acesteia.

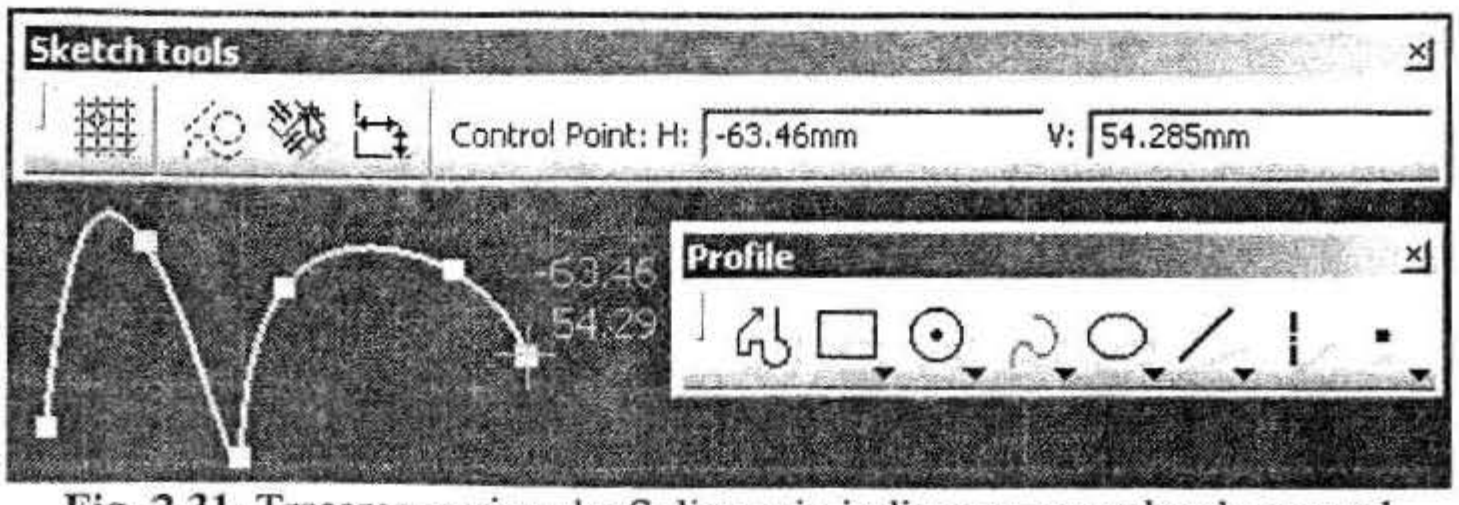


Fig. 2.31. Trasarea unei curbe Spline prin indicarea punctelor de control

A doua metodă, *Connect*, conține două opțiuni de utilizare, "*Connect With An Arc*" și "*Connect With A Spline*", iar curba Spline are doar rolul de legătură între două elemente deja existente în schiță (figura 2.32) sau închide un profil desenat anterior.

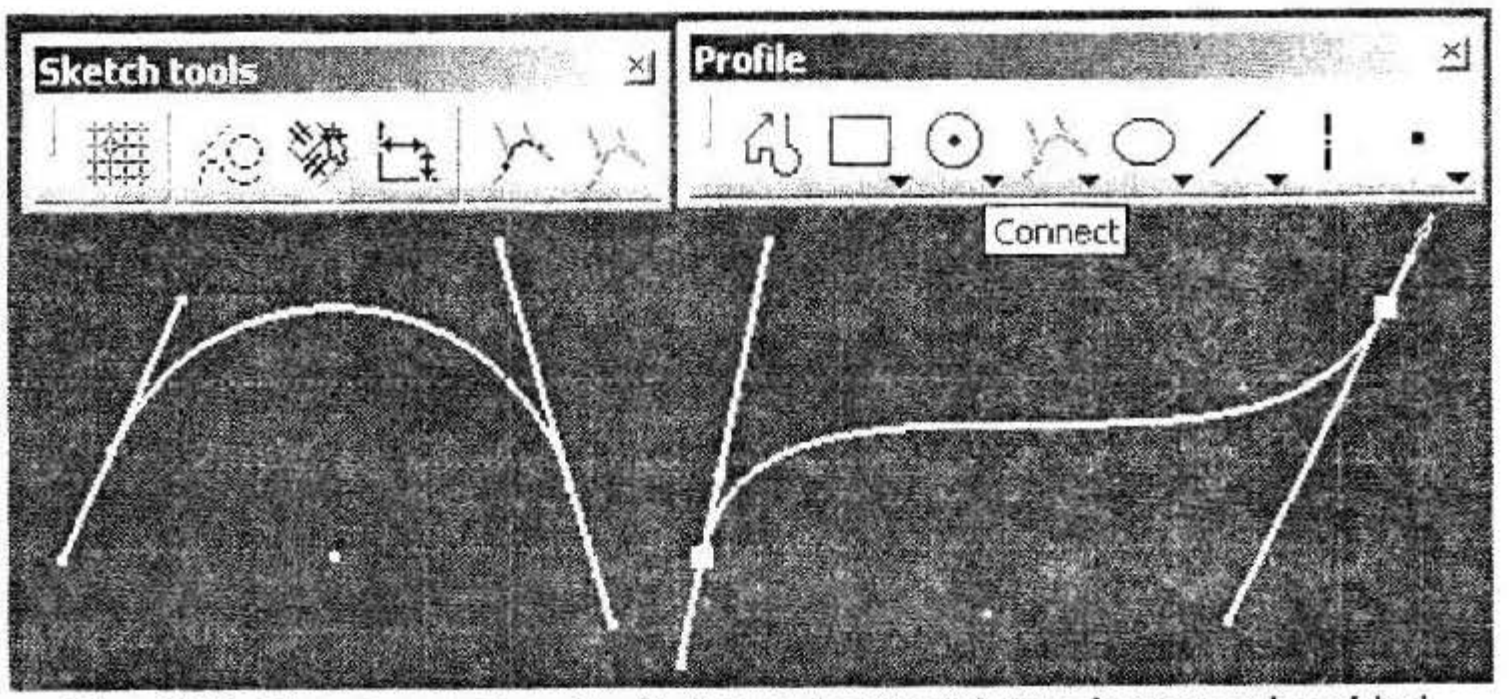


Fig. 2.32. Trasarea unei curbe Spline ca legătură între elemente ale schiței

Pentru ambele metode, desenarea curbei Spline se realizează prin selectarea elementelor cu care se face legătura. Punctele în care se realizează această legătură sunt foarte importante deoarece corespund punctelor de început și de sfârșit ale curbei Spline.

2.3.2.6. Instrumentele Line

Instrumentele de schițare *Line* permit trasarea liniilor prin una din următoarele metode: linie simplă (segment), linie de lungime infinită, linie bi-tangentă la două cercuri și linie infinită, ca bisectoare a unui unghi.

Linia simplă (*Line*) se construiește indicând punctele de început și de sfârșit cu ajutorul mouse-ului sau prin precizarea coordonatelor în câmpurile de valori, conform cu figura 2.33.

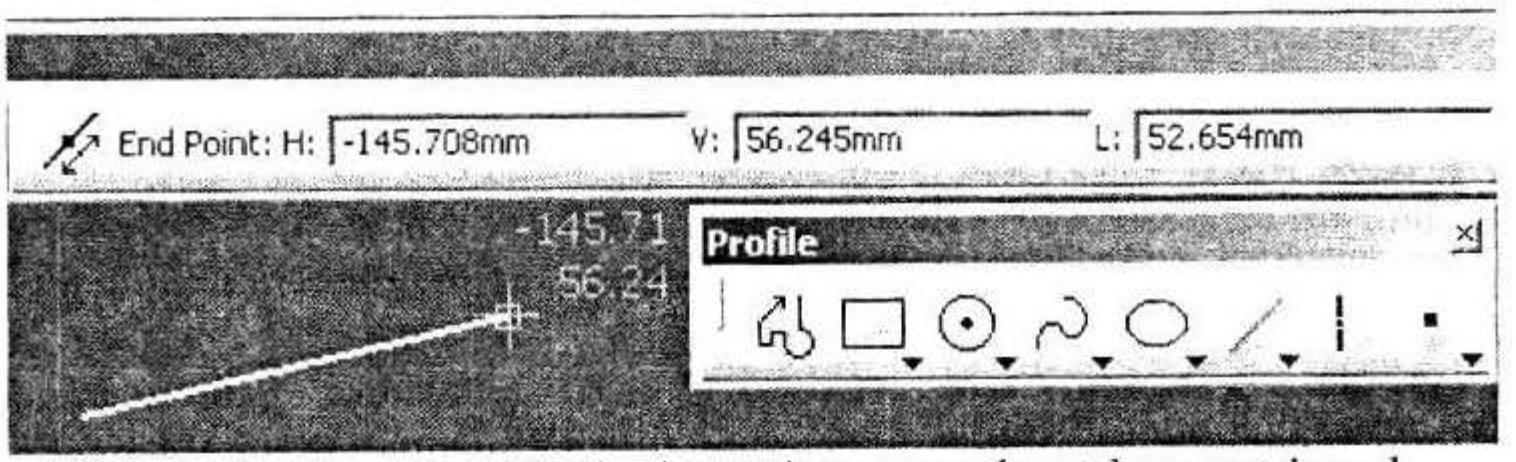


Fig. 2.33. Trasarea unei linii prin precizarea coordonatelor capetelor sale

Linia de lungime infinită (*Infinite Line*) poate fi trasată în poziție orizontală, verticală sau înclinată, prin două puncte stabilite de către utilizator (figura 2.34).

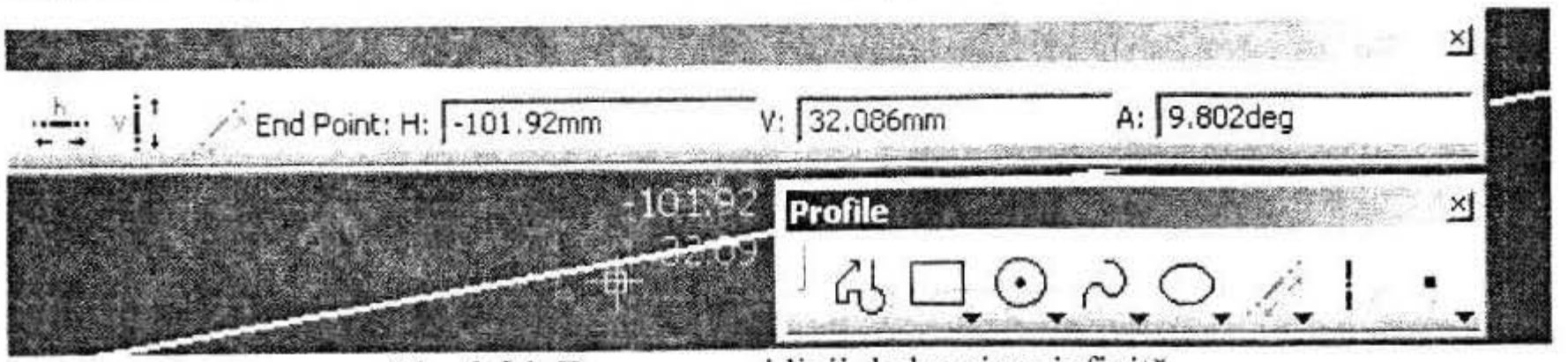


Fig. 2.34. Trasarea unei linii de lungime infinită

Pentru a obține linia bi-tangentă (*Bi-Tangent Line*) este necesară prezența în schiță a cel puțin două cercuri.

Între acestea, utilizatorul trasează o linie tangentă la ambele capete ale sale, selectând succesiv cele două cercuri (figura 2.35).

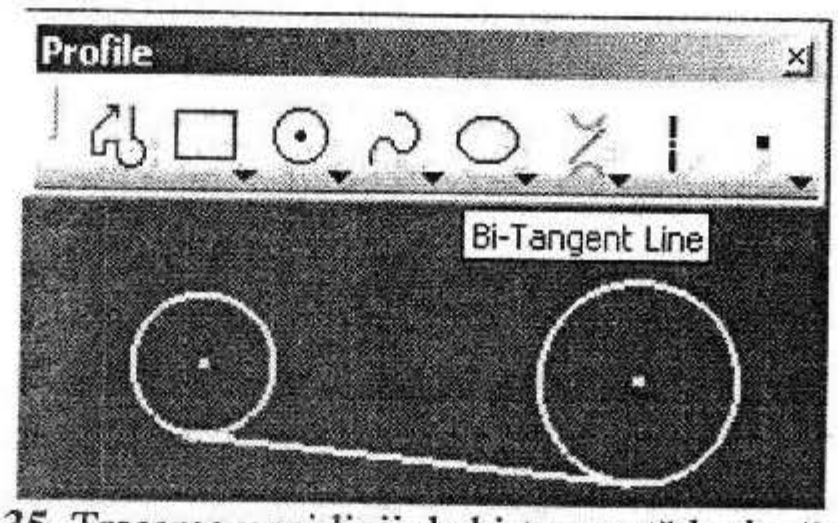


Fig. 2.35. Trasarea unei linii de bi-tangență la două cercuri

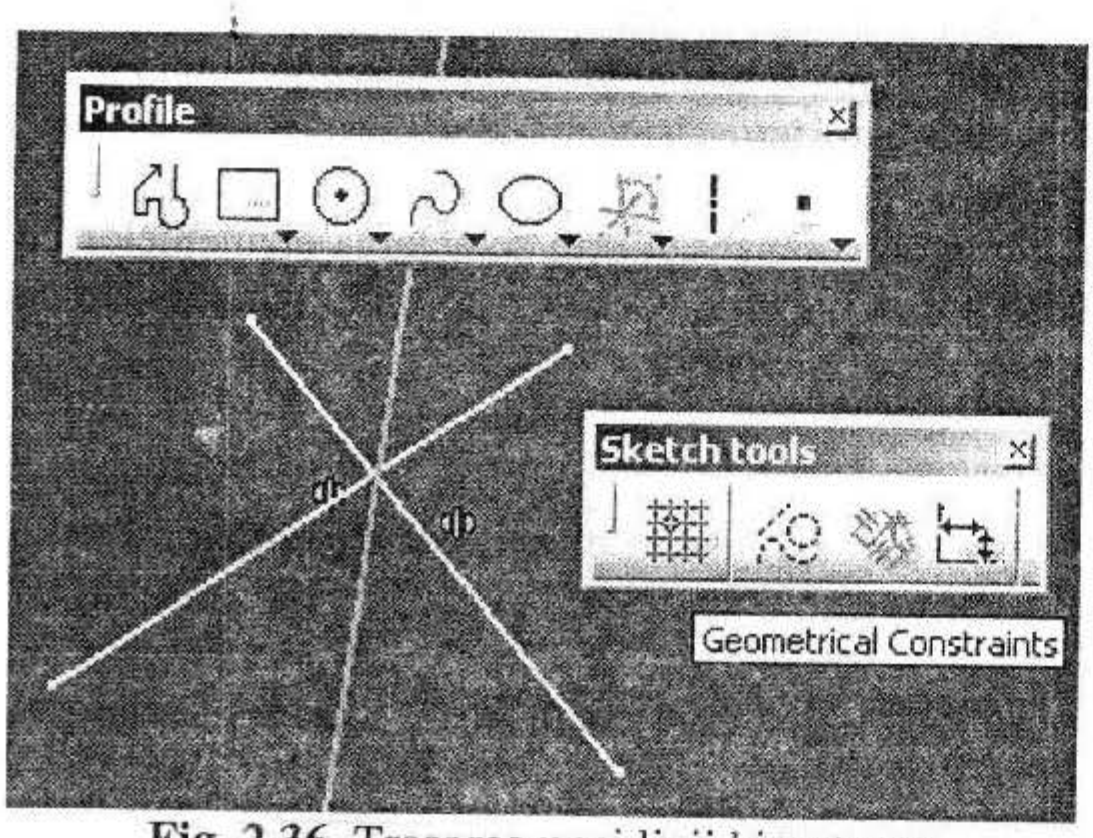


Fig. 2.36. Trasarea unei linii bisectoare

Linia bisectoare (*Bisecting Line*) are lungime infinită şi împarte un unghi în două părți egale. În figura 2.36 s-au trasat două linii care se intersectează într-un punct, apoi din bara de instrumente *Profile* s-a apăsat pictograma "*Bisecting Line*" şi s-au selectat succesiv cele două linii.

Linia bisectoare corespunde unei linii simetric constrânse la cele două linii considerate inițial, dacă pictograma "*Geometrical Constraint*" este activă în bara de instrumente *Sketch Tools*. În cazul în care cele două linii ar fi fost paralele, linia bisectoare s-ar fi creat între aceste linii, paralelă şi la jumătatea distanței.

2.3.2.7. Instrumentul Axis

Instrumentul de schițare *Axis* permite crearea unei axe. Aceasta se dovedeşte întotdeauna utilă pentru utilizator când doreşte, de exemplu, să obțină suprafețe de revoluție prin rotirea unui profil în jurul axei respective.

Axele nu pot fi convertite direct în elemente de construcție ajutătoare (*Construction Element*).

În figura 2.37 se prezintă un profil care trebuie rotit în jurul unei axe, desenate cu linie întreruptă, pentru a obține un corp de revoluție.

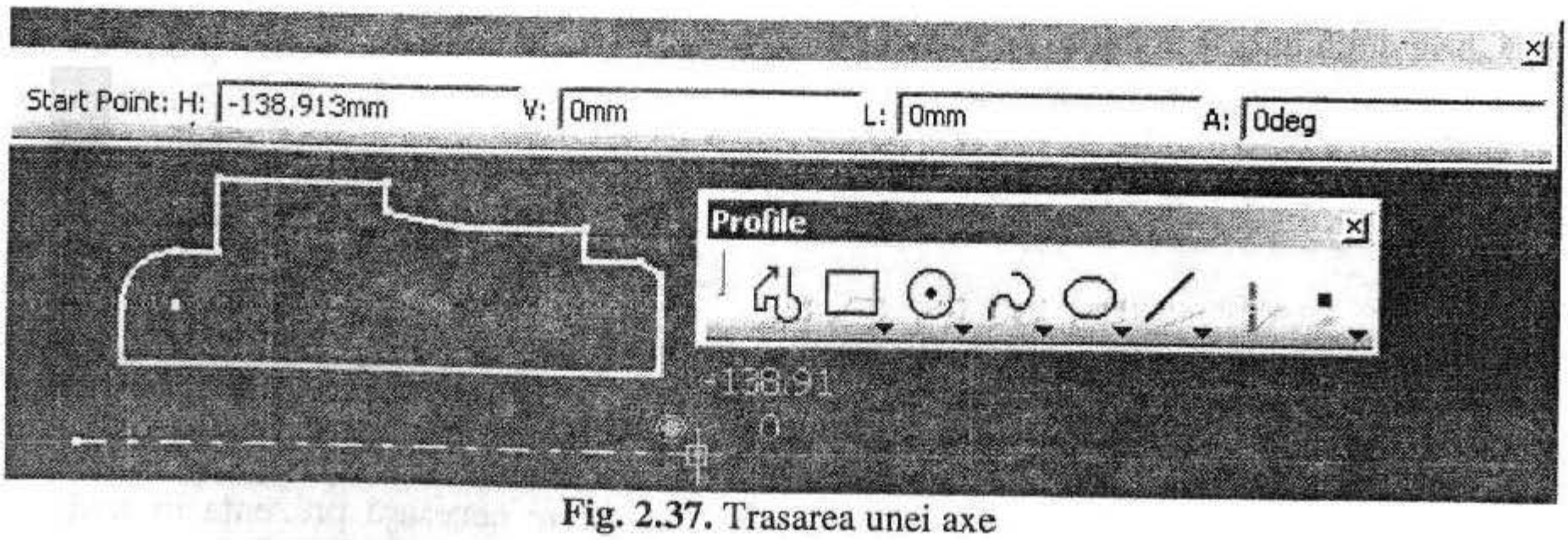


Fig. 2.37. Trasarea unei axe

Dacă, înainte de a selecta pictograma "*Axis*", utilizatorul a selectat o linie, aceasta poate fi transformată în axă, în urma unei interogări afişate pe ecran într-o fereastră de dialog. Întotdeauna, într-o schiță se poate trasa doar o singură axă, prima creată; dacă se încearcă crearea unei a doua axe, prima va fi transformată automat în linie de tip element de construcție ajutătoare.

2.3.2.8. Instrumentele Point

Instrumentul de schițare *Point by clicking* permite inserarea în schiță a unui punct cu ajutorul mouse-ului. Punctul se plasează oriunde în spațiul de lucru, iar culoarea şi simbolul cu care este reprezentat pot fi schimbate (figura 2.38), utilizând opțiunea "*Properties*" din meniul contextual (obținut prin apăsarea butonului dreapta al mouse-ului, atunci când cursorul se află deasupra punctului).

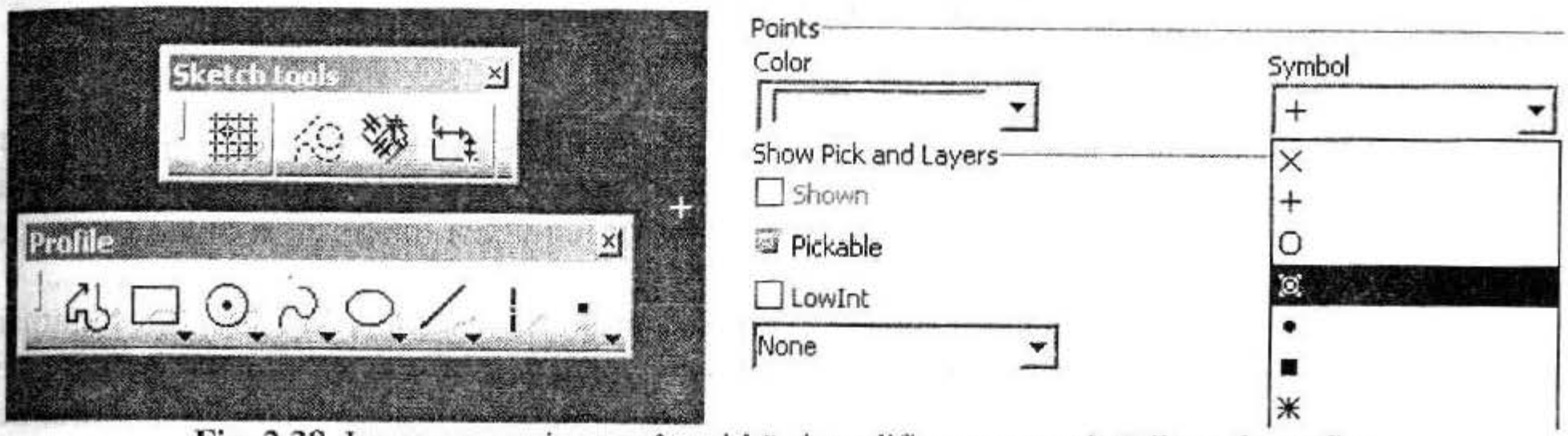


Fig. 2.38. Inserarea unui punct în schiță şi modificarea proprietăților sale grafice

Instrumentul de schițare *Point by Using Coordinates* permite inserarea în schiță a unui punct prin introducerea coordonatelor sale carteziene sau polare, relative la originea sistemului de axe (figura 2.39) sau la alt punct aflat în planul schiței.

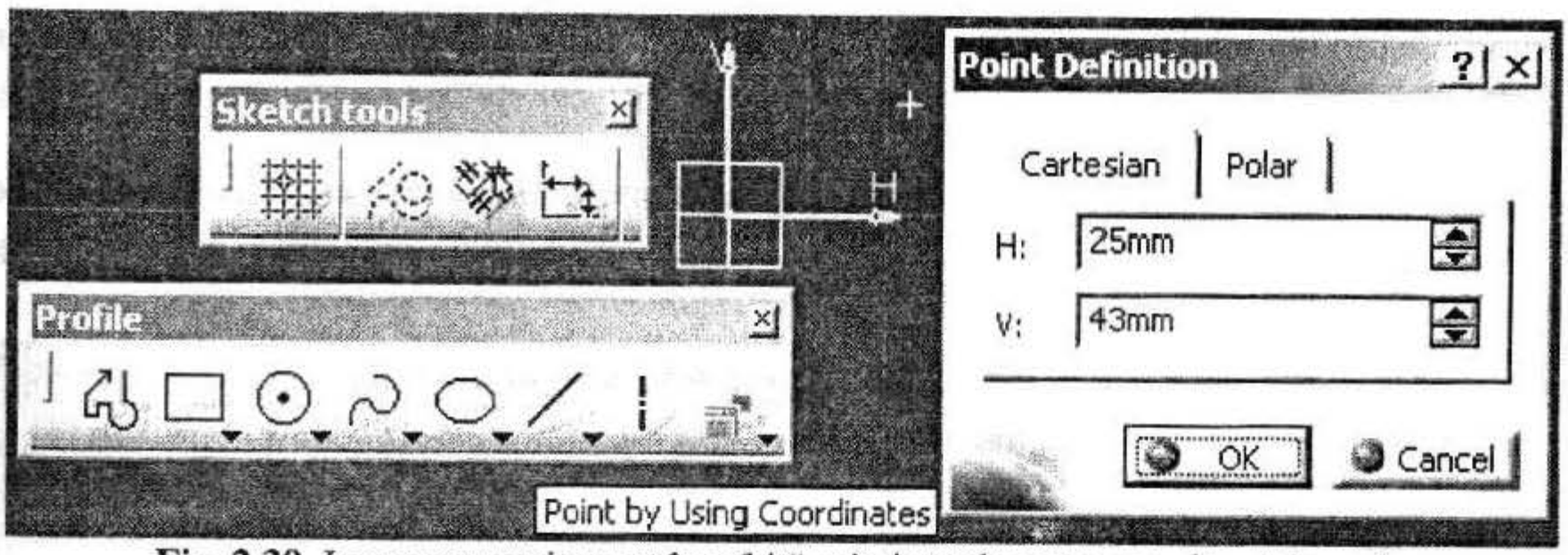


Fig. 2.39. Inserarea unui punct în schiță prin introducerea coordonatelor sale

În cazul în care introducerea coordonatelor unui punct se face relativ la un alt punct, acesta se selectează înaintea activării pictogramei "*Point by Using Coordinates*", astfel încât valorile introduse să facă referire la acesta.

Instrumentul de schițare *Equidistant Points* creează un set de puncte echidistante pe un suport de tip linie sau curbă, aflat într-o schiță.

Implicit, opțiunea "*Points & Length*" din câmpul "*Parameters*" este activă, nu poate fi schimbată şi va distribui un anumit număr de puncte, ales de către utilizator, pe toată lungimea liniei sau a arcului de cerc selectat.

În cazul în care se defineşte ca punct de origine al liniei sau arcului de cerc unul dintre capetele acestora, devin disponibile încă două opțiuni, "*Points & Spacing*" şi "*Spacing & Length*".

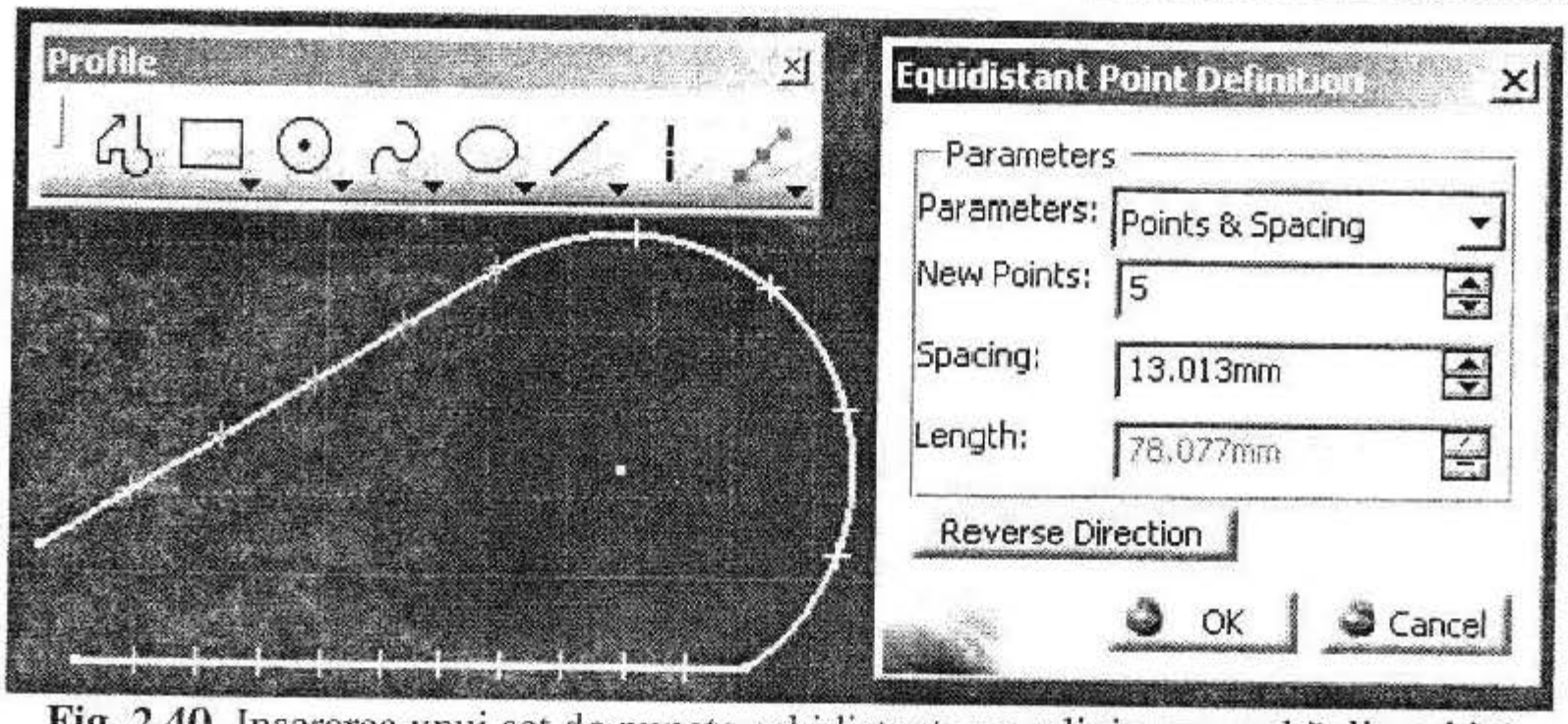


Fig. 2.40. Inserarea unui set de puncte echidistante pe o linie sau curbă din schiță

Utilizarea opțiunii "*Points & Spacing*" determină inserarea pe suportul ales a unui număr variabil de puncte, cu o spațiere stabilită. Odată cu modificarea numărului de puncte și a spațierii (distanței între două puncte consecutive) se modifică automat lungimea liniei sau arcului de cerc pe care punctele sunt plasate.

Utilizarea opțiunii "*Spacing & Length*" determină inserarea pe suportul ales a unui număr variabil de puncte, în funcție de o spațiere stabilită și de lungimea liniei sau arcului de cerc pe care punctele sunt plasate. Astfel, odată cu modificarea spațierii sau a lungimii, se modifică numărul de puncte inserate.

În mod implicit, punctele sunt plasate pe linie sau pe curbă fără constrângeri de coincidență, astfel încât, la modificarea suportului, poziția punctelor nu se modifică. Pentru adăugarea automată a condițiilor de coincidență între puncte și suport este necesar ca, la inserarea punctelor, să fie activă pictograma instrumentului ajutător în schițare *Geometrical Constraints*.

Instrumentul de schițare *Intersection Point* creează un punct prin intersecția unor elemente de tip curbă și/sau linie. În acest scop, se selectează primul element, se apasă pe pictograma "*Intersection Point*", apoi se selectează și al doilea element.

În exemplul reprezentat în figura 2.41 s-a obținut un punct prin intersectarea unei curbe cu o linie. Constrângerea de coincidență este adăugată automat numai dacă este activă pictograma instrumentului ajutător în schițare *Dimensional Constraints*.

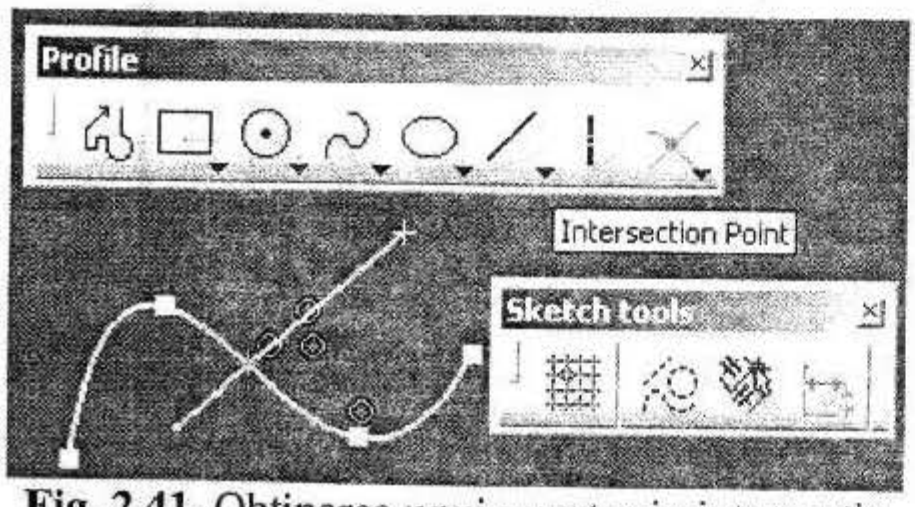


Fig. 2.41. Obținerea unui punct prin intersecția unei curbe cu o linie

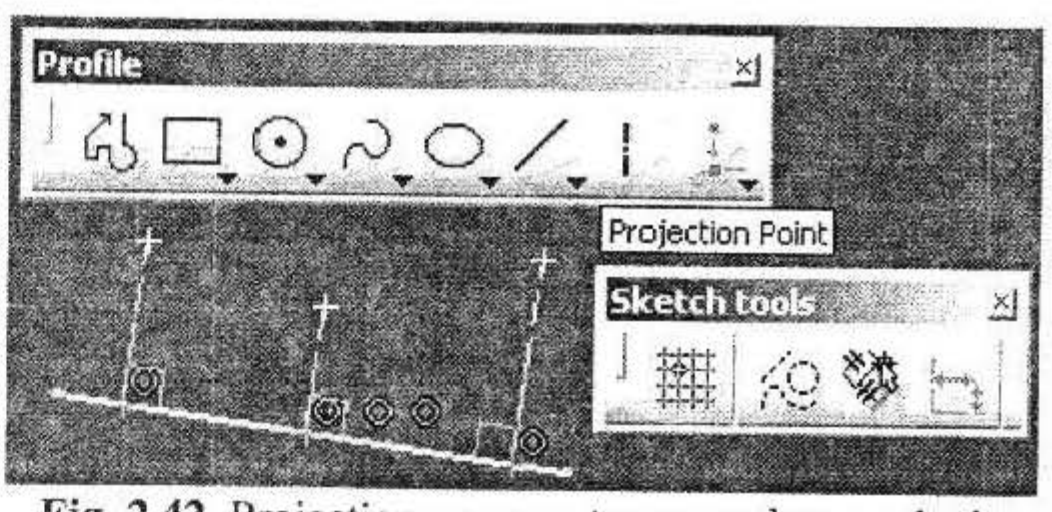


Fig. 2.42. Proiecția unor puncte pe un element de tip linie și/sau curbă

Instrumentul de schițare *Projection Point* creează puncte noi prin proiecția unor puncte existente în schiță pe elemente de tip curbă și/sau linie. Astfel, se selectează punctele ce vor fi proiectate, se apasă pe pictograma "*Projection Point*", apoi se selectează elementul pe care se face proiecția.

Evident, constrângerile de coincidență și perpendicularitate sunt adăugate automat numai dacă este activă pictograma instrumentului ajutător în schițare *Dimensional Constraints*.

În figura 2.42 se observă că proiecția punctelor s-a realizat prin linii de construcție ajutătoare, perpendiculare pe suportul ales, de tip linie.

În general, toate punctele, astfel create, sunt de referință, iar pentru a putea fi utilizate în corpul tridimensional al unei piese este necesară transformarea lor în elemente de construcție. Astfel, se execută dublu-click pe punctul respectiv şi se bifează opțiunea "*Construction Element*" din fereastra de dialog "*Point Definition*".

2.3.3. Bara de instrumente Operation

Bara *Operation* conține următoarele instrumente de schițare: *Corner*, *Chamfer*, *Relimitations* (*Trim*, *Break*, *Quick Trim*, *Close*, *Complement*), *Transformation* (*Symmetry*, *Translate*, *Rotate*, *Scale*, *Offset*) şi *3D Geometry* (*Project 3D Elements*, *Intersect 3D Elements*, *Project 3D Silhouette Edges*, *Isolate*). Pentru a o activa şi afişa pe ecran se accesează meniul [View] -> [Toolbars] -> [Operation].

Bara de instrumente *Operation* permite modificarea unui profil creat, prin ajustarea unor elemente ale sale.

2.3.3.1. Instrumentul Corner

Instrumentul de schițare *Corner* se foloseşte la racordarea intersecțiilor de muchii selectate ale unui profil. Astfel, în locul unui colț, se va obține o racordare (arc de cerc tangent la două muchii), folosind şi o operație de ştergere parțială sau totală a liniilor rămase în urma racordării.

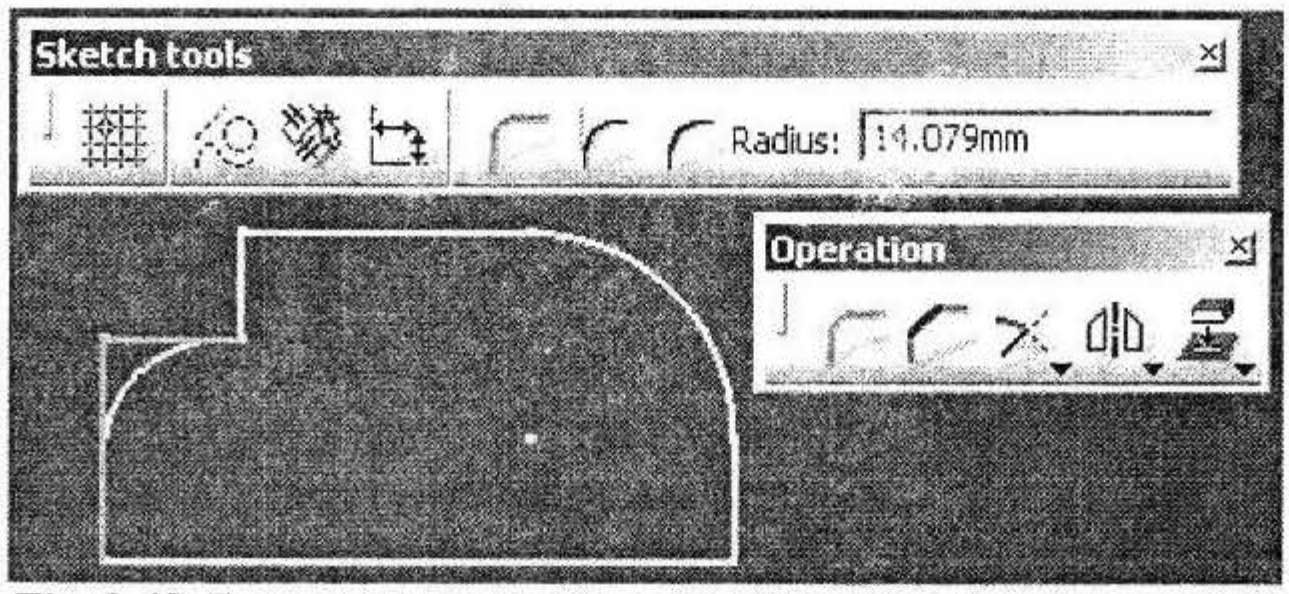


Fig. 2.43. Exemplu de racordare a muchiilor selectate ale unui profil

În exemplul din figura 2.43 se selectează o muchie, se apasă pictograma "*Corner*", apoi se selectează şi a doua muchie, obținându-se un arc de cerc, tangent la cele două muchii. Raza arcului respectiv se stabileşte prin deplasarea mouse-ului sau prin introducerea directă a valorii acesteia în câmpul de valori din bara de instrumente *Sketch Tools*.

Din figura 2.44 se observă că instrumentul de schițare *Corner* funcționează prin trei metode: *Trim All Elements* (înlătură capetele rămase ale liniilor între care se creează racordarea), *Trim First Element* (este înlăturată prima linie selectată) şi *No Trim* (sunt păstrate ambele linii selectate).

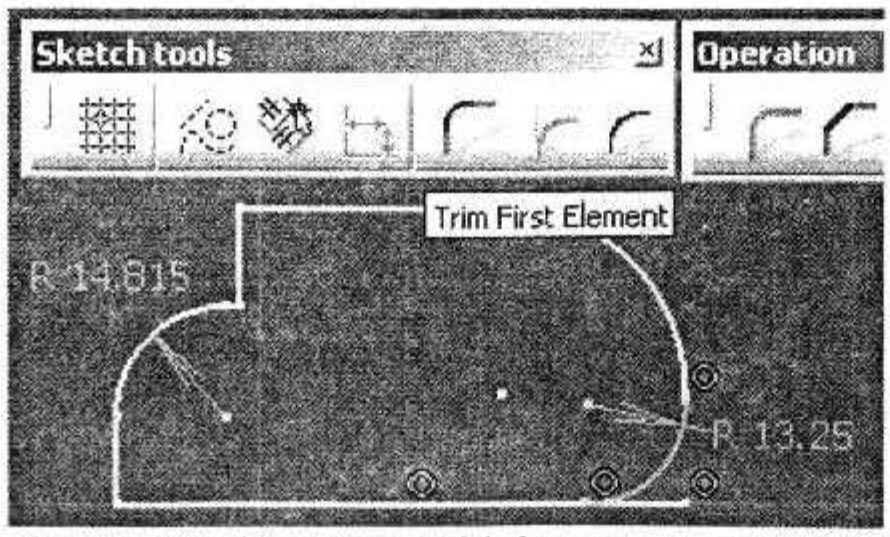


Fig. 2.44. Crearea unei racordări şi înlăturarea primei linii selectate

Constrângerile de coincidenţă şi valoarea razei de racordare sunt adăugate automat numai dacă este activă pictograma instrumentului ajutător în schiţare *Dimensional Constraints*.

2.3.3.2. Instrumentul Chamfer

Instrumentul de schiţare *Chamfer* se foloseşte pentru teşirea muchiilor selectate ale unui profil, înlăturând toate, prima sau nici una din liniile rămase în urma teşirii. Operaţia de teşire utilizează una dintre cele trei metode prezentate în figura 2.45, şi anume:

-ipotenuză/unghi;
-lungime/unghi;
-lungime1/lungime2.

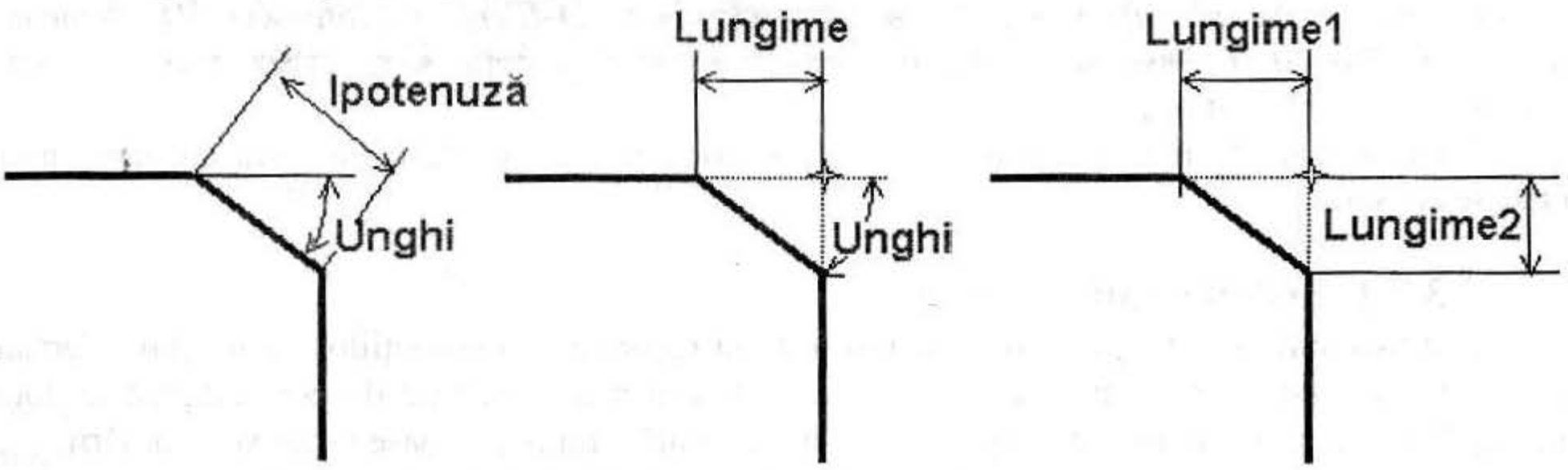


Fig. 2.45. Metode de aplicare a operaţiei de teşire

Utilizarea instrumentului de schiţare *Chamfer* presupune parcurgerea următoarelor etape: se selectează o muchie, se apasă pe pictograma "*Chamfer*", apoi se selectează a doua muchie şi se stabileşte metoda pe baza căreia se va realiza teşitura.

Valoarea unghiului şi lungimea liniei de teşitură se stabilesc prin deplasarea mouse-ului sau prin introducerea directă a valorilor respective în câmpul de valori din bara de instrumente *Sketch Tools*.

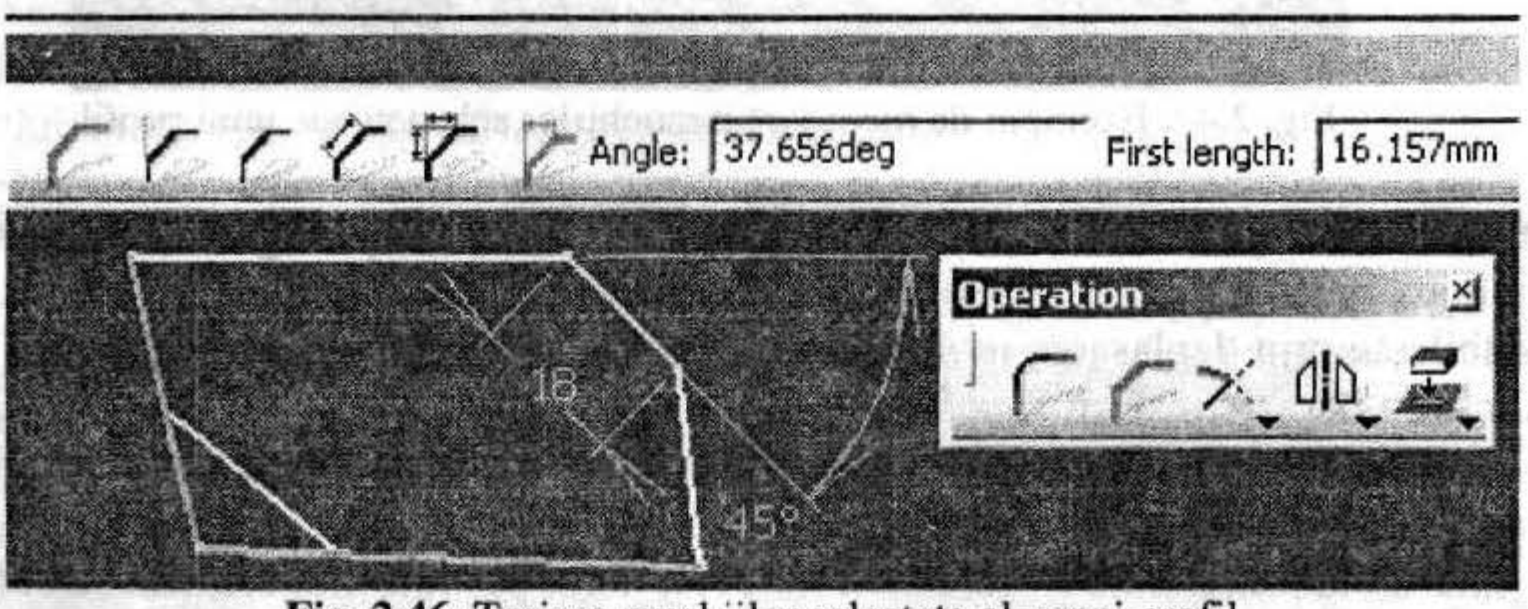


Fig. 2.46. Teşirea muchiilor selectate ale unui profil

În figura 2.46 sunt reprezentate două teşituri ale muchiilor aceluiaşi profil:

-pentru cea din dreapta, operaţia de teşire s-a încheiat şi s-a utilizat metoda ipotenuză/unghi;

-pentru cea din stânga, operaţia de teşire este în curs de desfăşurare şi se utilizează metoda lungime/unghi.

Constrângerile de coincidenţă şi valorile aferente metodei de teşire alese sunt adăugate automat numai dacă este activă pictograma instrumentului ajutător în schiţare *Dimensional Constraints*.

2.3.3.3. Instrumentele Relimitations

Instrumentele de schițare *Relimitations* oferă numeroase moduri de înlăturare din schiță a liniilor care nu mai sunt necesare, de completare a elementelor lipsă dintr-un profil sau de divizare a curbelor acestuia. Spre exemplu, în urma operațiilor de racordare şi teşire a muchiilor unui profil rezultă unele linii inutile, care trebuie înlăturate.

Instrumentul de schițare *Trim* permite înlăturarea (tăierea) a două sau mai multe elemente (linii, curbe) aparținând unei schițe.

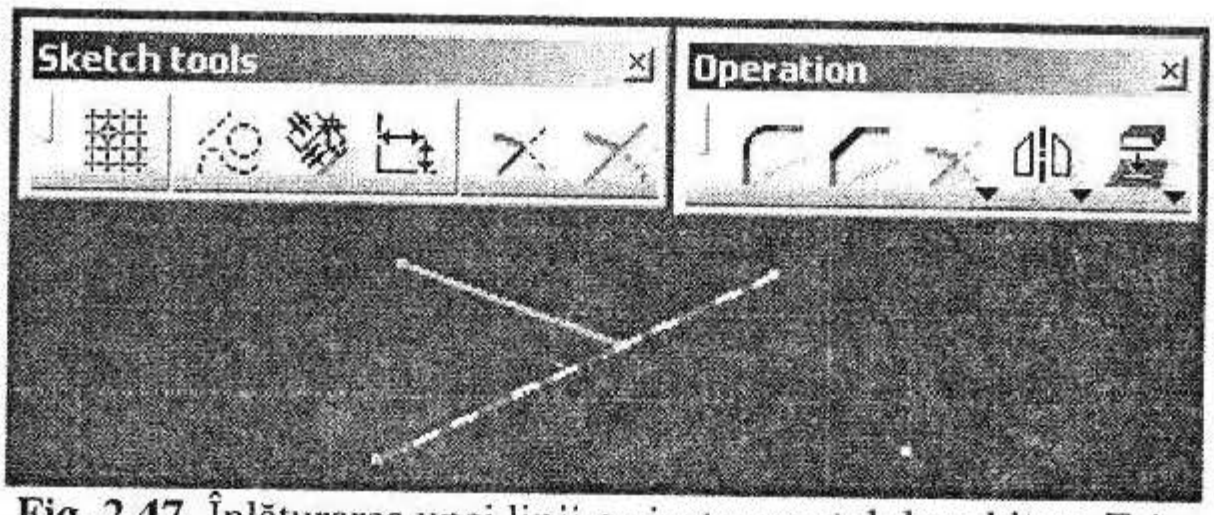


Fig. 2.47. Înlăturarea unei linii cu instrumentul de schițare *Trim*

În exemplul din figura 2.47 se selectează prima linie, se apasă pe pictograma "*Trim*", apoi se selectează a doua linie. Din bara de instrumente *Sketch Tools* se poate selecta una din metodele de lucru: *Trim All Elements* sau *Trim First Element*, întâlnite şi la instrumentele de schițare *Corner* şi *Chamfer*.

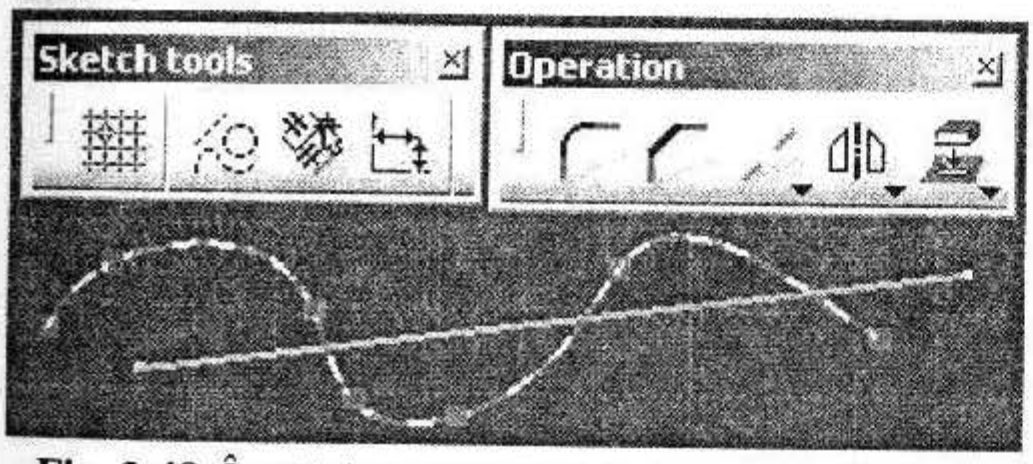


Fig. 2.48. Împărțirea unei linii în segmente distincte

Pentru exemplul din figura 2.48, instrumentul de schițare *Break* permite împărțirea în două segmente a liniei utilizând un punct de pe aceasta şi un punct care aparține curbei. Cele două segmente rezultante au un punct comun, sunt selectabile separat, iar utilizatorul poate opta pentru înlăturarea sau deplasarea unuia dintre ele.

Instrumentul de schițare *Quick Trim* se utilizează la înlăturarea rapidă, automată, a unora din elementele unei schițe, utilizând simultan operațiile *Break* şi *Trim* prezentate mai sus. Din bara de instrumente *Sketch Tools* se poate selecta una din metodele de lucru specifice instrumentului *Quick Trim*: *Break And Rubber In*, *Break And Rubber Out* sau *Break And Keep*.

În exemplul din figura 2.49 se prezintă rezultate ale utilizării metodei *Break And Rubber In*. Astfel, s-a selectat şi înlăturat segmentul de linie situat în interiorul arcului de cerc, obținându-se profilul situat în partea dreaptă a figurii.

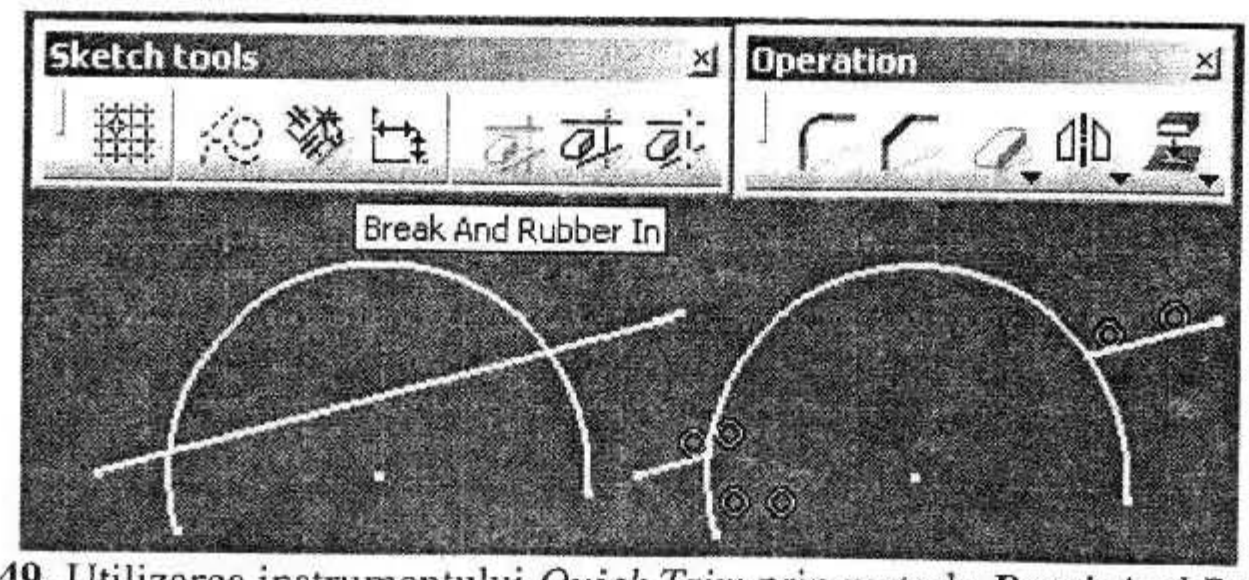


Fig. 2.49. Utilizarea instrumentului *Quick Trim* prin metoda *Break And Rubber In*

Pentru exemplul din figura 2.50 s-a utilizat ca metodă *Break And Rubber Out*. Astfel, s-a selectat şi păstrat segmentul de linie situat în interiorul arcului de cerc, înlăturându-se segmentele situate în exteriorul acestuia.

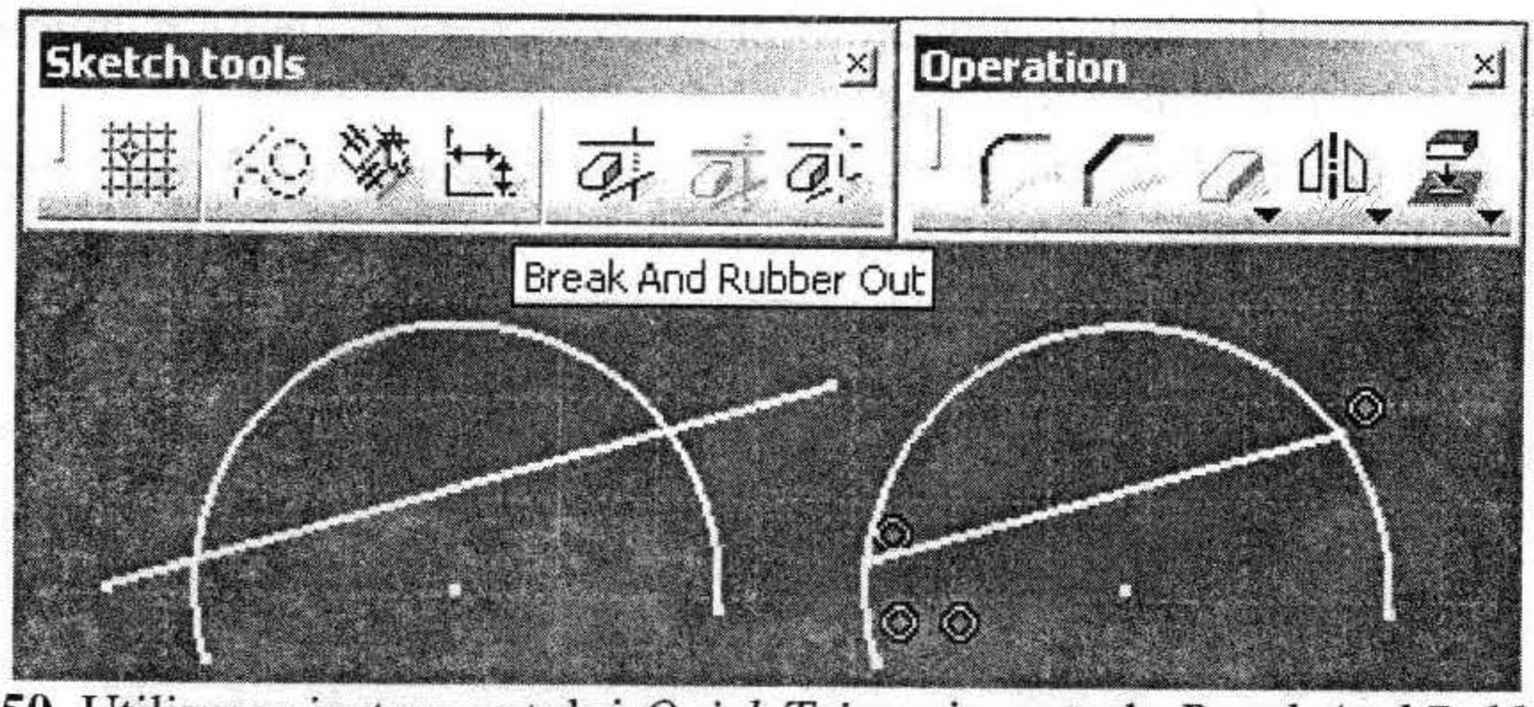


Fig. 2.50. Utilizarea instrumentului *Quick Trim* prin metoda *Break And Rubber Out*

Metoda *Break And Keep* nu înlătură segmentul de linie selectat, dar îl detaşează de linia din care a făcut parte, permițând editarea sau chiar ştergerea sa dacă utilizatorul decide acest lucru.

Instrumentul de schițare *Close* se utilizează la închiderea prin completare cu porțiunea lipsă a curbelor (cercuri, arce de cerc sau de elipsă, curbe spline) desenate incomplet sau din care au fost înlăturate segmente într-o operație anterioară.

În exemplul din figura 2.51, arcul de cerc din stânga imaginii a fost completat cu porțiunea lipsă până la un cerc, fără a se ține cont că la unul dintre capete, arcul de cerc prezenta o succesiune de linii.

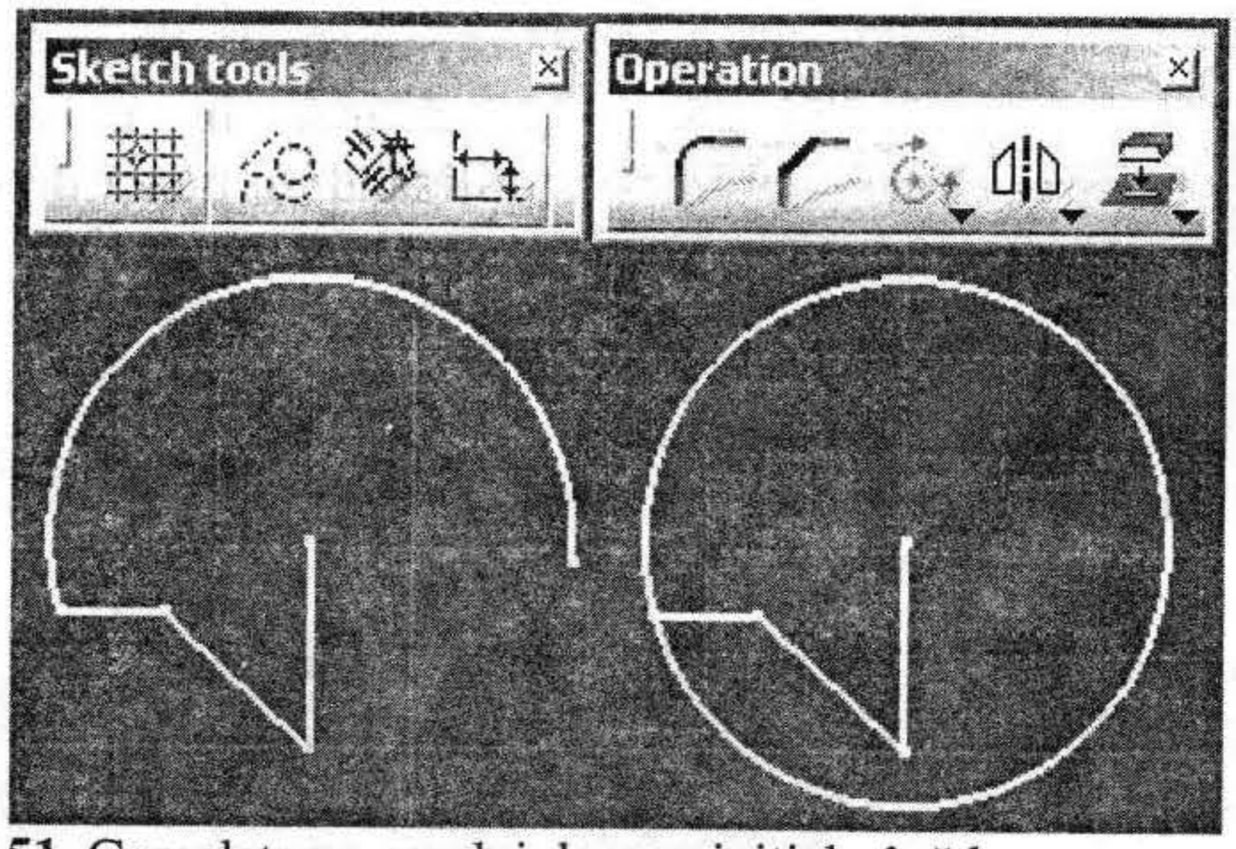


Fig. 2.51. Completarea arcului de cerc inițial până la un cerc complet

Instrumentul de schițare *Complement* se utilizează pentru arce de cerc sau de elipsă la obținerea complementului (elementul lipsă cu care arcul existent ar forma un cerc sau o elipsă). În exemplul din figura 2.52 s-a generat complementul arcului de cerc, reprezentat în stânga imaginii.

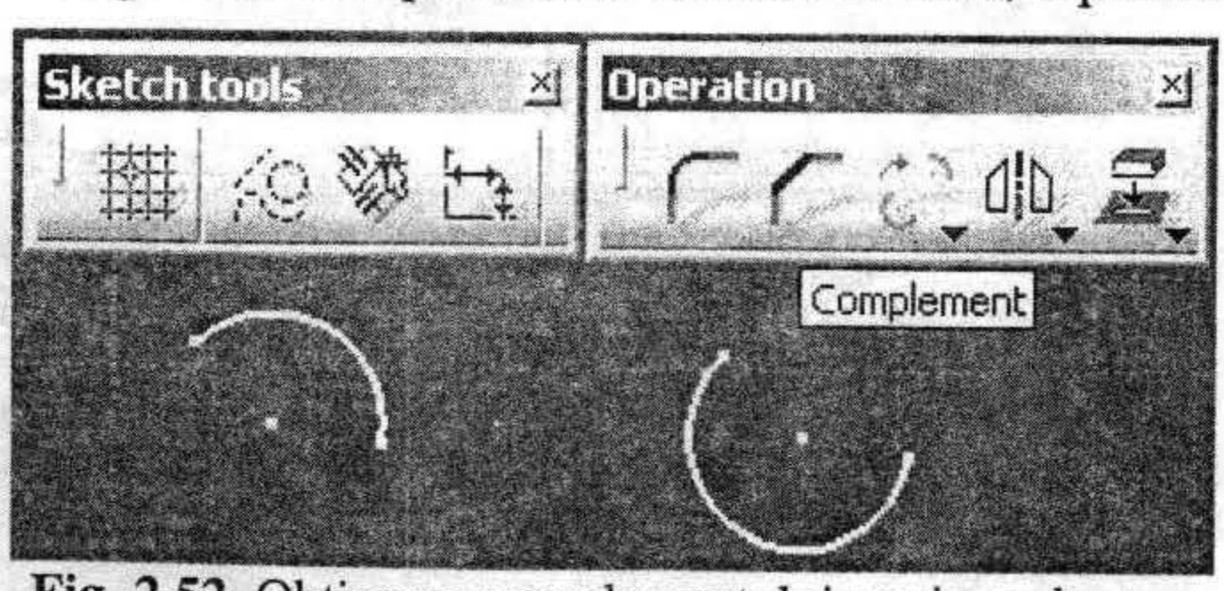


Fig. 2.52. Obținerea complementului unui arc de cerc

2.3.3.4. Instrumentele Transformation

Instrumentele de schițare *Transformation* oferă posibilități de transformare a unor elemente şi profile ale schiței, relativ la anumite puncte, linii sau axe. Astfel, se pot crea elemente simetrice față de o linie sau o axă (*Symmetry*), se pot translata, roti şi scala diferite elemente selectate din schiță.

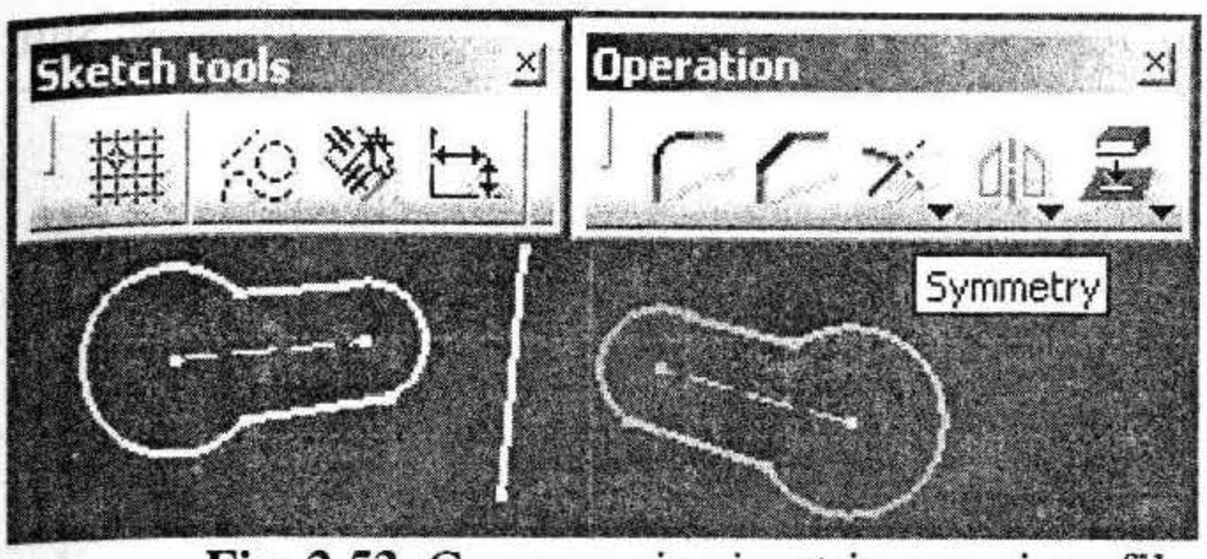


Fig. 2.53. Crearea prin simetrie a unui profil identic cu originalul

Instrumentul de schițare *Symmetry* creează un element identic cu originalul de cealaltă parte a unei linii sau axe, aşa cum rezultă din figura 2.53.

Instrumentul de schițare *Translate* realizează o deplasare a unui profil 2D, simultan cu definirea unui mod de duplicare a acestuia (bifarea opțiunii "*Duplicate mode*" din fereastra de dialog "*Translation Definition*").

În figura 2.54 se prezintă modul de deplasare spre dreapta şi duplicare a unui profil.

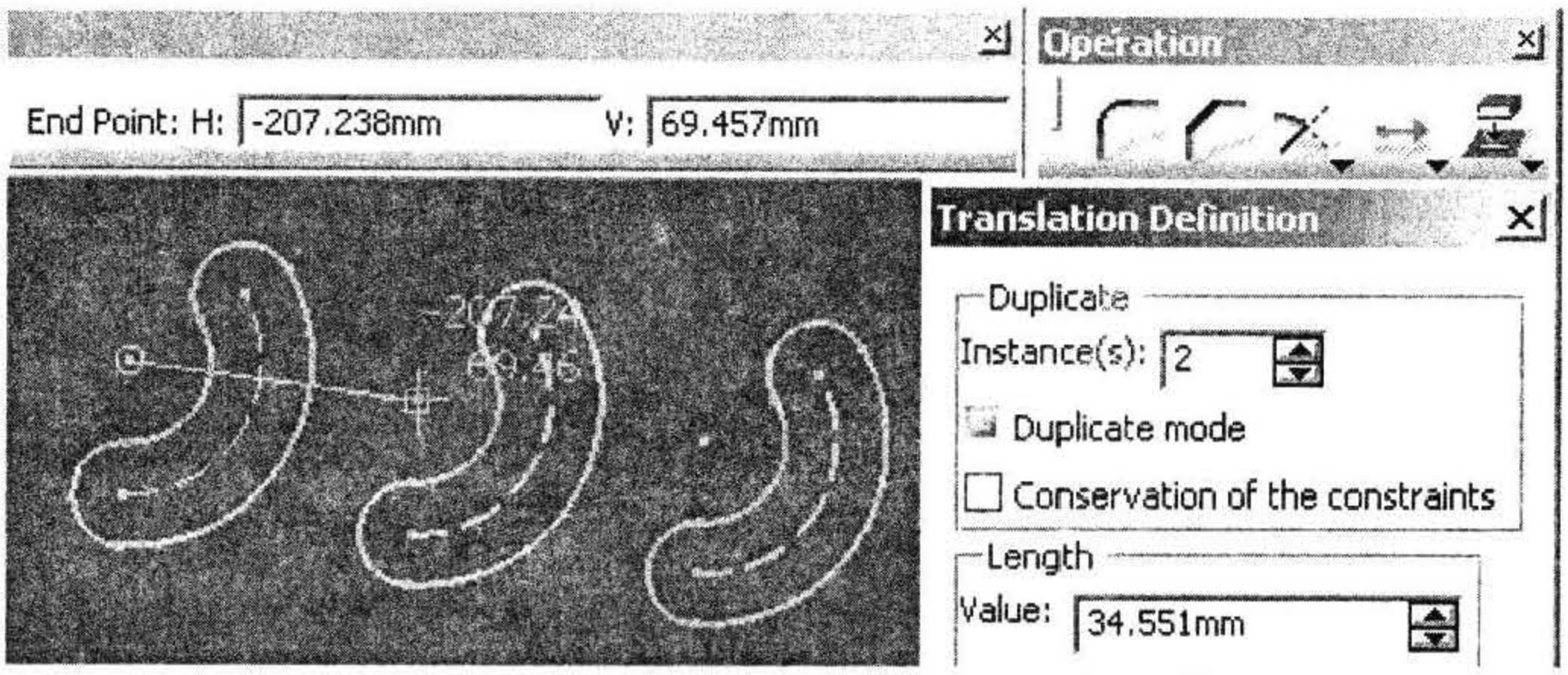


Fig. 2.54. Deplasarea şi duplicarea unui profil

În cazul în care opțiunea "*Duplicate mode*" nu este bifată, are loc numai deplasarea profilului, care se realizează întotdeauna relativ la un anumit element al schiței.

Instrumentul de schițare *Rotate* efectuează o rotire a unui profil 2D, simultan cu o eventuală duplicare a acestuia (opțiunea "*Duplicate mode*" din fereastra de dialog "*Rotation Definition*"). În figura 2.55 se prezintă modul de rotire a unui profil cu un unghi de 140^0 şi duplicarea sa în două exemplare.

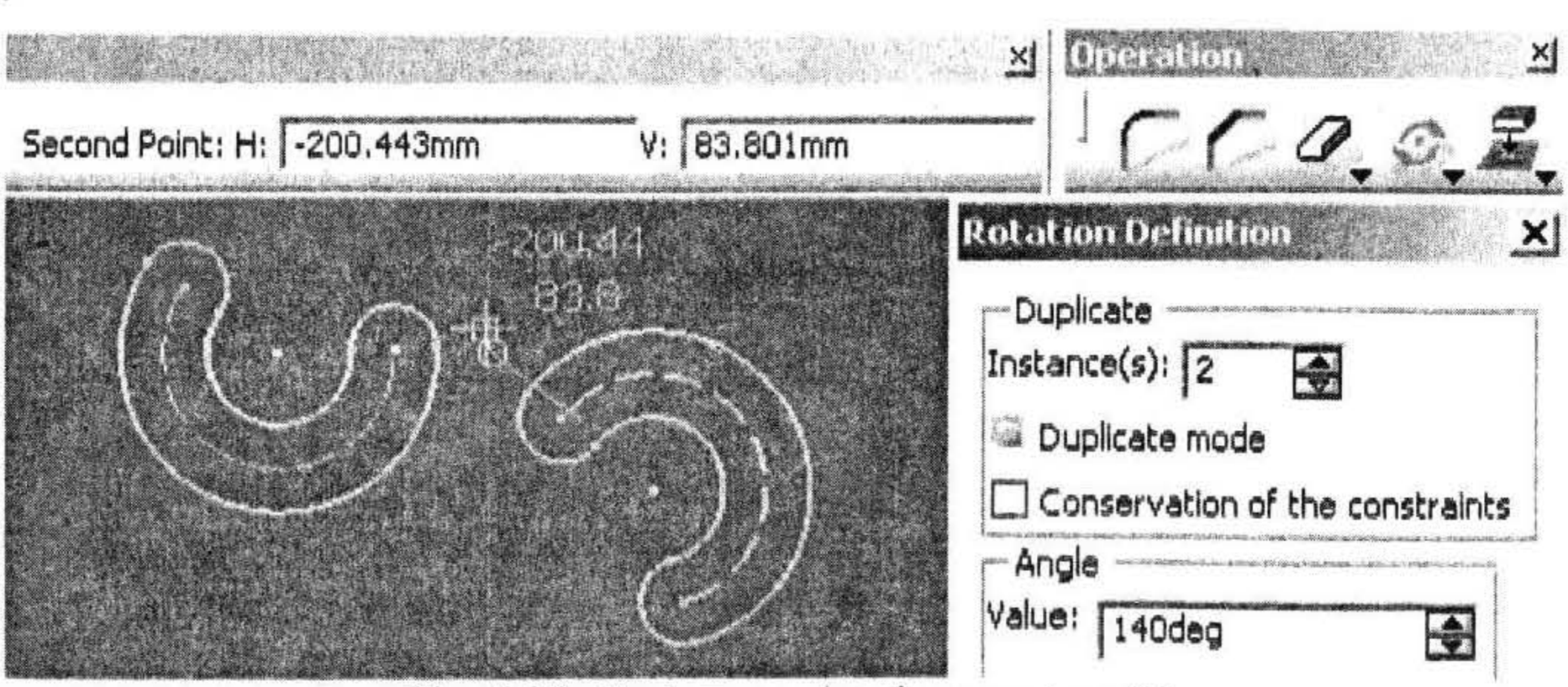


Fig. 2.55. Deplasarea şi rotirea unui profil

Instrumentul de schițare *Scale* se utilizează pentru modificarea tuturor dimensiunilor unui profil până la dimensiunea specificată de către utilizator. Dacă este cazul, scalarea profilului conduce, implicit, la recalcularea dimensiunilor şi distanțelor între elementele sale.

Este de reținut faptul că valorile unghiulare nu se modifică. Constrângerile interne sunt păstrate dar recalculate.

În cazul constrângerilor externe, cele geometrice sunt înlăturate, iar cele dimensionale sunt modificate şi recalculate.

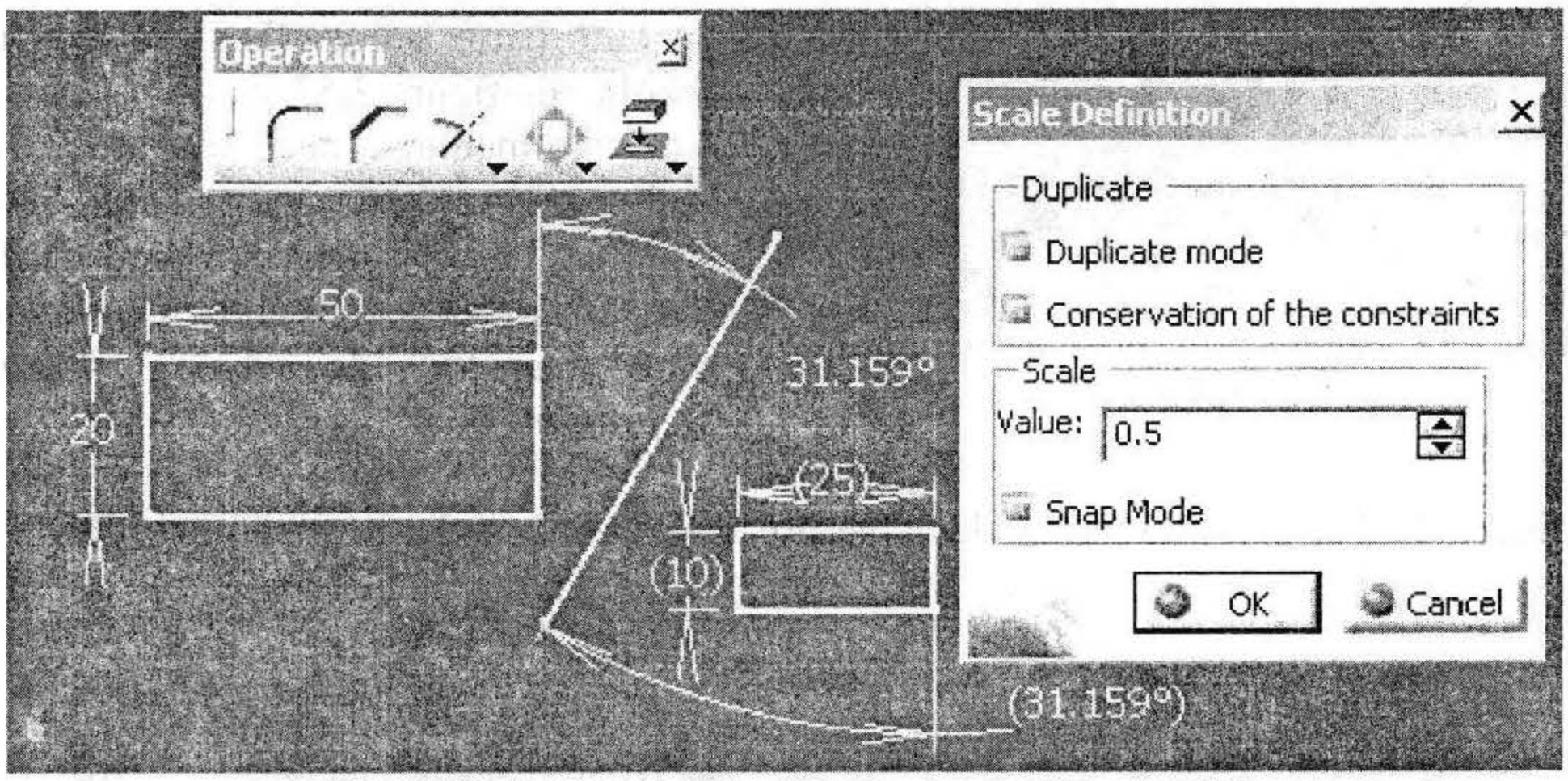


Fig. 2.56. Scalarea prin micşorare a unui dreptunghi

În figura 2.56 este reprezentat un dreptunghi scalat prin micşorare (*Value:* 0.5). Astfel, se observă modificarea la jumătate a valorilor ce determină laturile sale. Unghiul între o latură a lățimii şi o dreaptă oarecare rămâne neschimbat.

Instrumentul de schițare *Offset* realizează duplicarea elementelor unei schițe, prin parcurgerea următorilor paşi: se apasă pe pictograma "*Offset*", se selectează elementul geometric de duplicat şi se alege un punct pentru a localiza elementul nou creat.

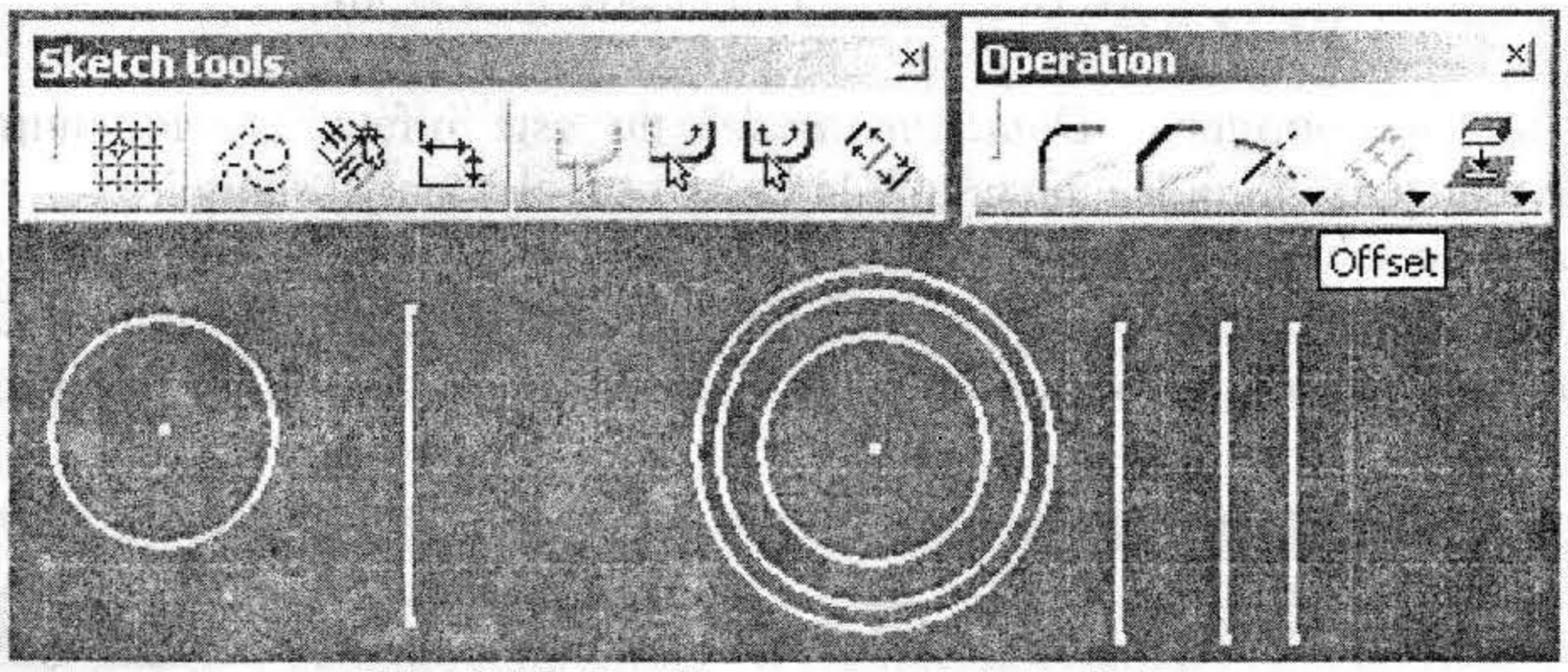


Fig. 2.57. Duplicarea cercului şi a liniei

În exemplul din figura 2.57, instrumentul de schițare *Offset* a fost aplicat succesiv unui cerc, obținând mai multe cercuri concentrice, apoi unei linii, rezultatul fiind schițarea mai multor linii paralele cu aceasta.

Instrumentul de schițare *Offset* se poate aplica şi profilelor compuse din mai multe elemente, prin aplicarea mai multor metode, şi anume: a propagării tangente sau a propagării punct, prin crearea unui duplicat tangent cu profilul original sau prin crearea a două duplicate, de-o parte şi de alta a profilului inițial (figura 2.58).

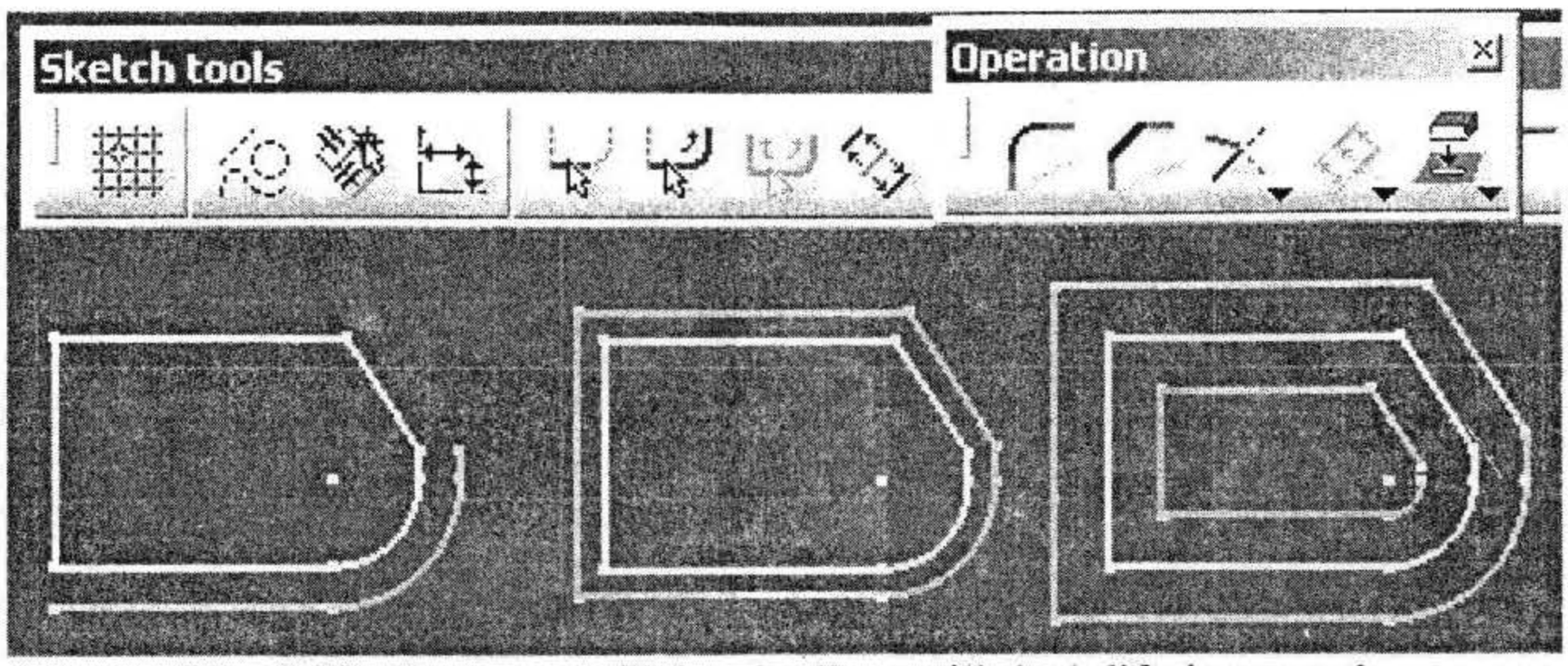


Fig. 2.58. Crearea profilelor duplicat utilizând diferite metode

În bara de instrumente *Sketch Tools*, în câmpul de valori *Instance(s)*, se introduce numărul duplicatelor de obținut prin aceeaşi metodă (figura 2.59).

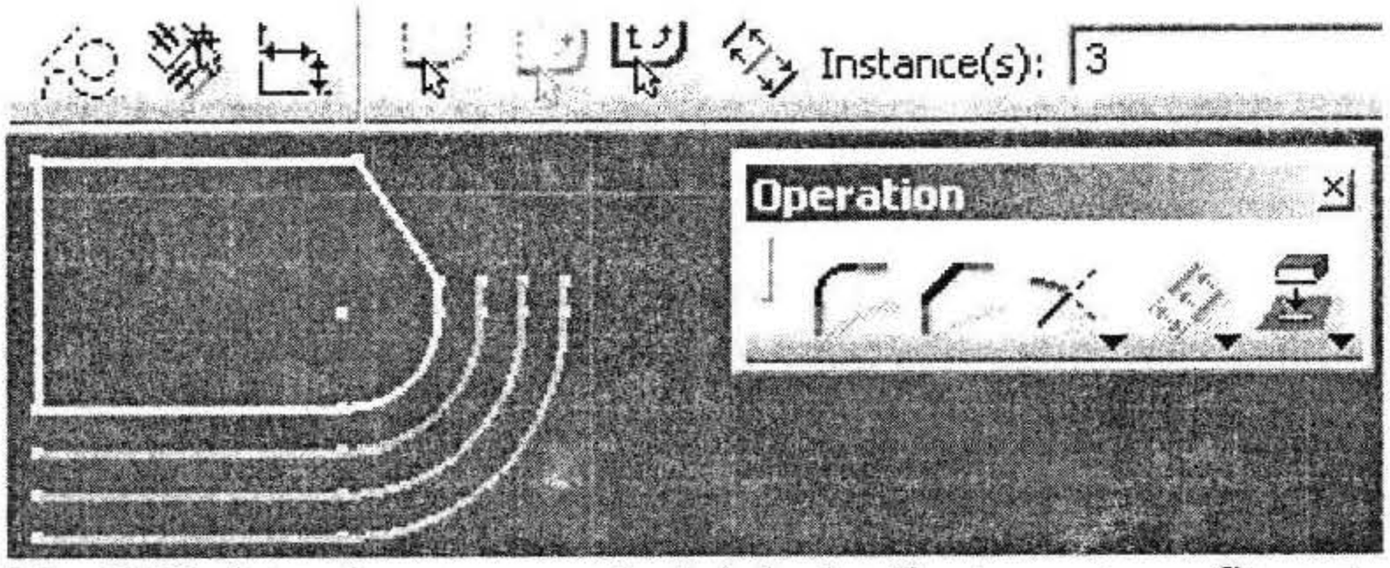


Fig. 2.59. Introducerea numărului de duplicate pentru a fi create

2.3.3.5. Instrumentele 3D Geometry

Instrumentele de schițare *3D Geometry* se folosesc pentru a proiecta sau a intersecta corpuri tridimensionale în/cu planul schiței sau pentru a proiecta muchiile formei (siluetei) corpului tridimensional în planul respectiv.

În exemplul din figura 2.60, o piesă tridimensională este situată deasupra planului schiței (planul YZ), care conține, ca profil, un dreptunghi.

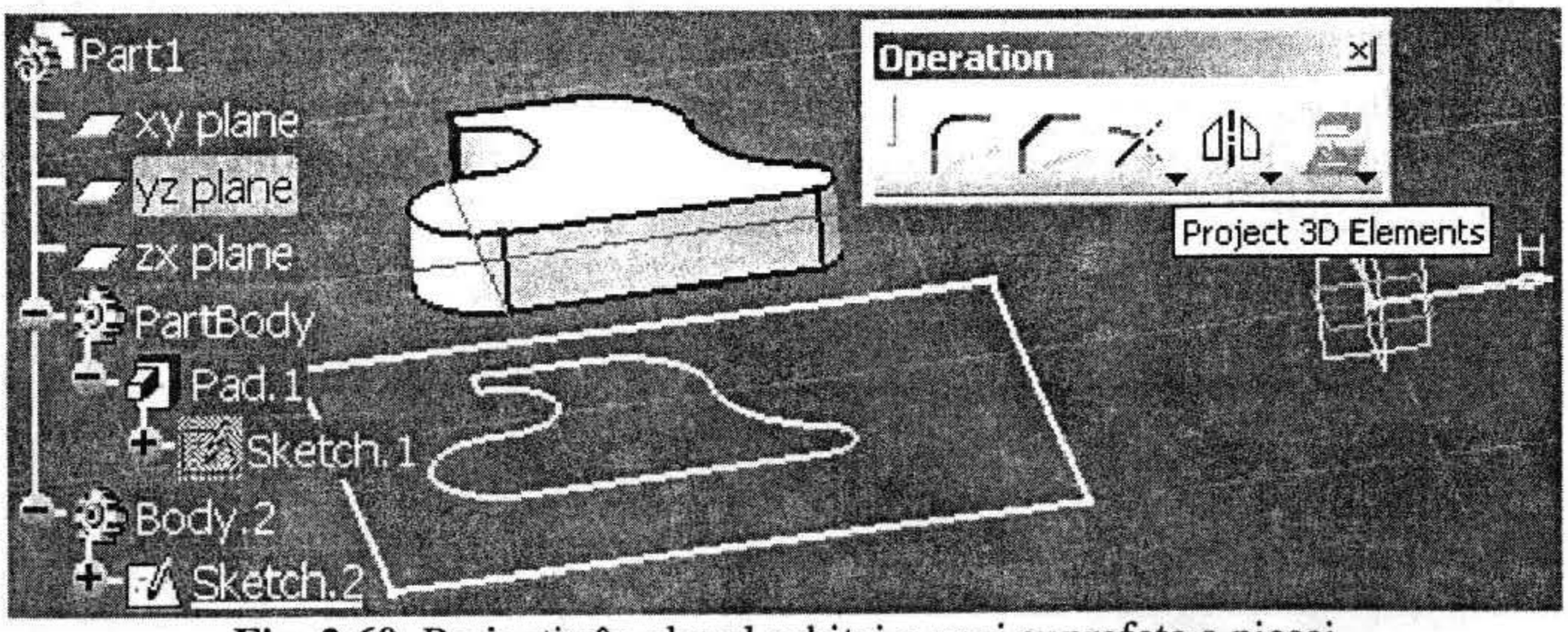


Fig. 2.60. Proiecția în planul schiței a unei suprafețe a piesei

Dacă utilizatorul apasă pe pictograma "*Project 3D Elements*" şi selectează suprafața plană superioară a piesei, conturul acesteia se proiectează în planul schiței. Proiecția capătă culoarea galbenă, rezultând, astfel, că nu va putea fi deplasată.

Selecția poate fi simplă sau multiplă, iar utilizatorul are posibilitatea de a alege pentru proiecție muchii sau suprafețe ale corpului tridimensional.

În funcție de selecție, proiecția va fi o singură curbă închisă (selecția este o suprafață, exemplul din figura 2.60) sau mai multe curbe (selecția este un ansamblu de muchii, exemplul din figura 2.61).

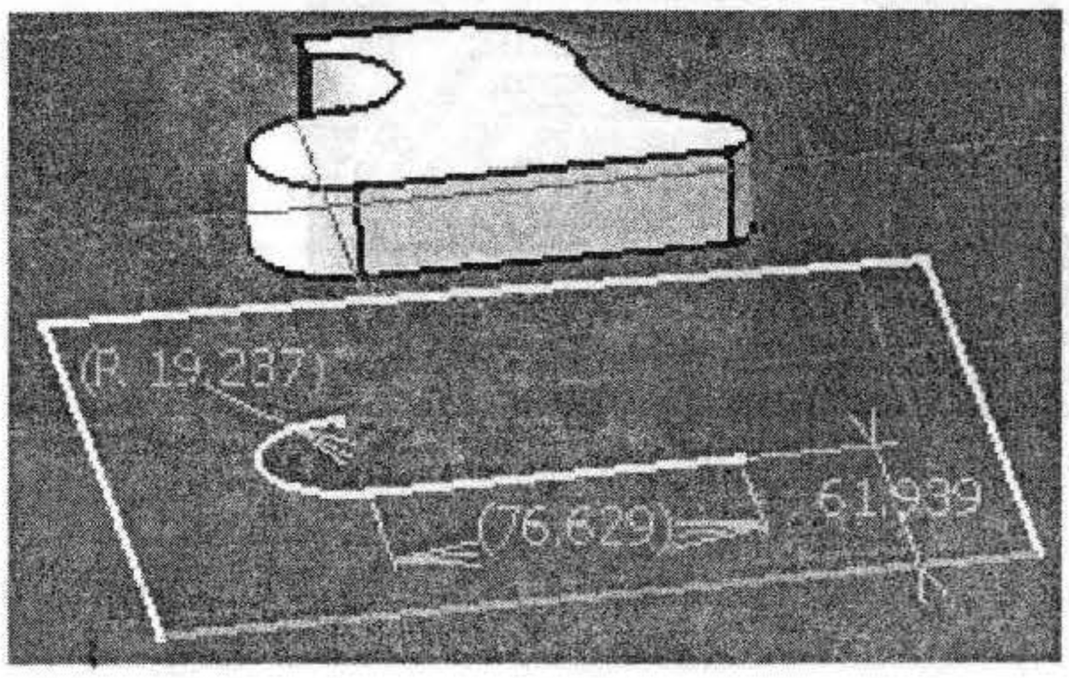


Fig. 2.61. Proiecția în planul schiței a două muchii aparținând piesei

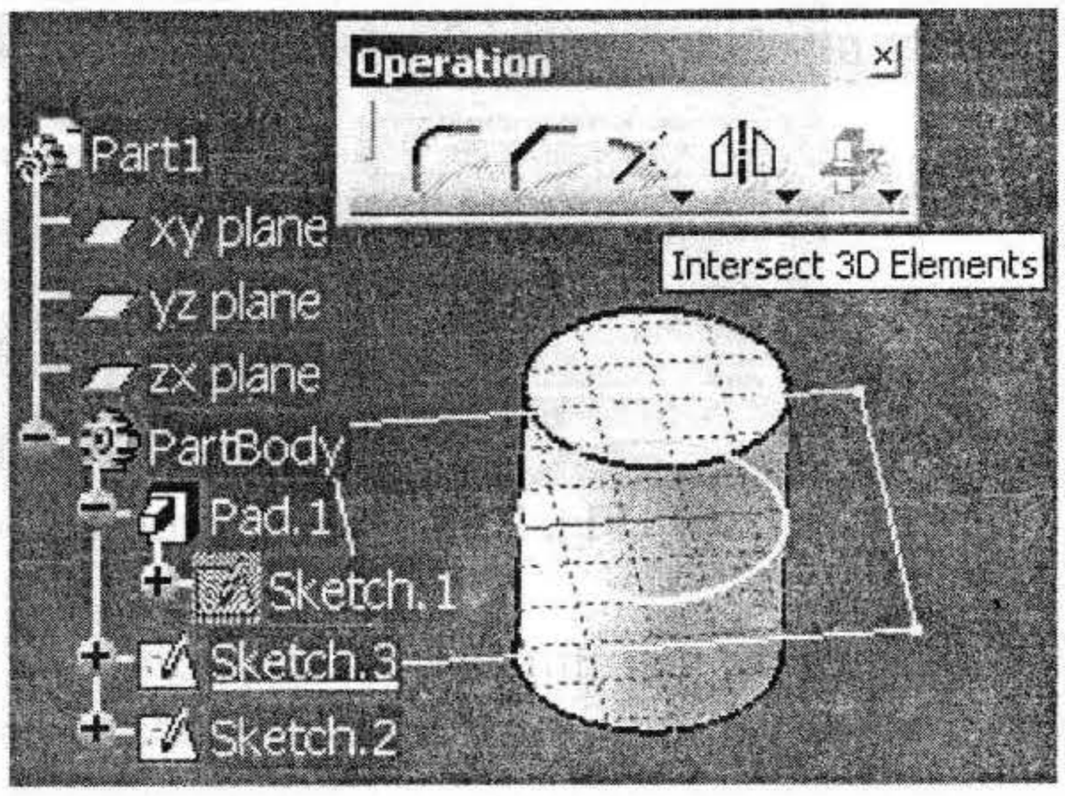


Fig. 2.62. Obținerea profilului de intersecție între un corp 3D și planul schiței

Profilul obținut prin proiecție poate fi constrâns în cadrul schiței din care face parte (figura 2.61). De asemenea, profilul se modifică automat odată cu orice modificare a formei piesei tridimensionale.

Prin utilizarea instrumentului de schițare *Intersect 3D Elements*, se obține un profil ce reprezintă intersecția între un corp tridimensional și planul schiței. În exemplul din figura 2.62 se consideră un cilindru (*Pad.1*), care intersectează planul unei schițe, reprezentată ca profil de un dreptunghi (*Sketch.2*).

Prin apăsarea pictogramei "*Intersect 3D Elements*" și selectarea cilindrului se realizează intersecția dintre acesta și planul schiței, obținându-se un cerc, de culoare galbenă, având proprietatea de a nu putea fi deplasat.

Desigur, profilul rezultat din intersecție poate face parte din constrângerile existente în schiță, iar forma sa depinde exclusiv de forma corpului tridimensional, care intersectează planul schiței.

Instrumentul de schițare *Project 3D Silhouette Edges* se folosește pentru a obține, prin proiecție, forma (silueta) unui corp de revoluție, a cărui axă este paralelă cu planul schiței.

În exemplul din figura 2.63 este reprezentat un corp tridimensional obținut prin rotirea unui profil în jurul unei axe, folosind instrumentul de modelare *Shaft*. Corpul, astfel obținut, este un corp de revoluție. De asemenea, în figură este reprezentată și o schiță ce conține un dreptunghi, rolul acestuia fiind de a determina planul schiței.

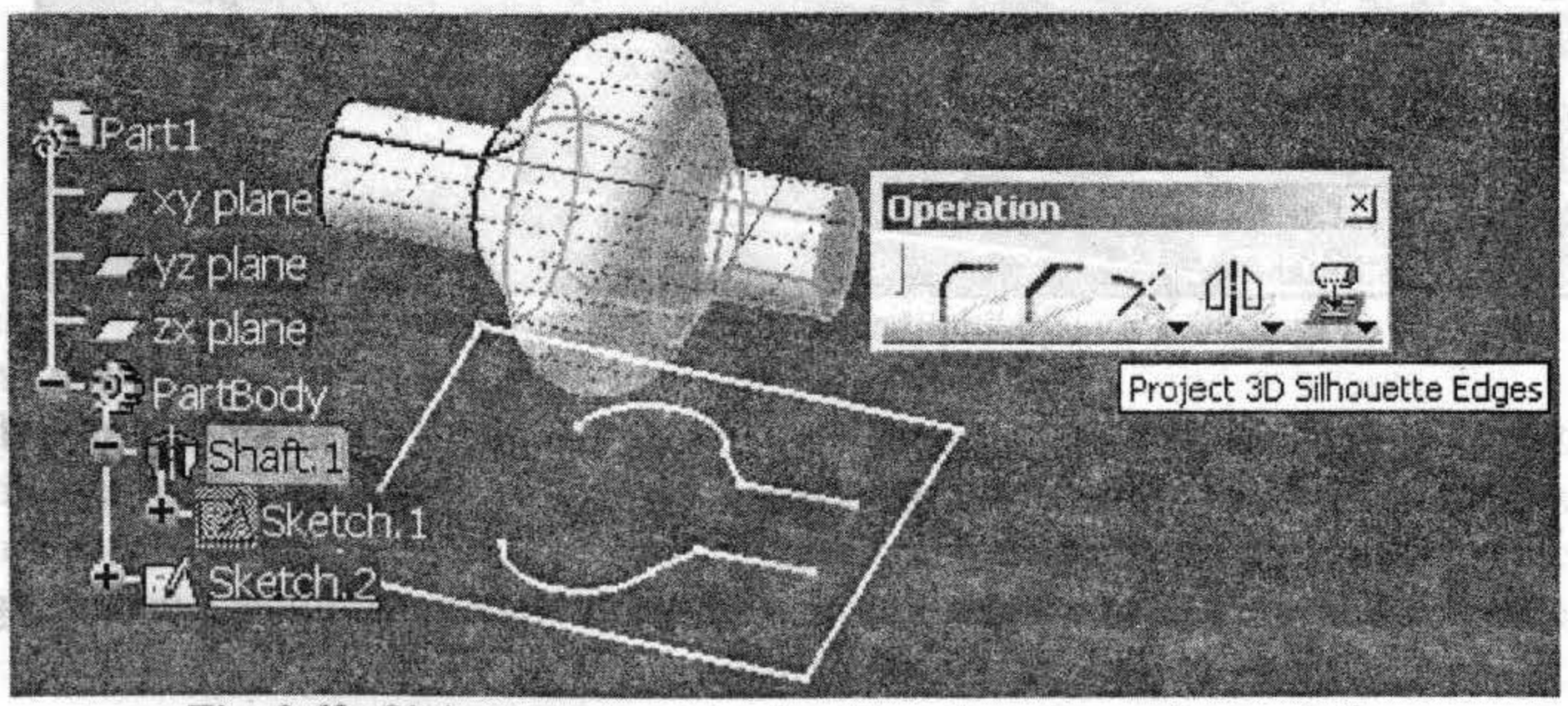


Fig. 2.63. Obținerea prin proiecție a formei unui corp de revoluție

Se apasă pictograma "*Project 3D Silhouette Edges*" şi se selectează numai o anumită parte a corpului de revoluţie, poziţionat deasupra planului schiţei.

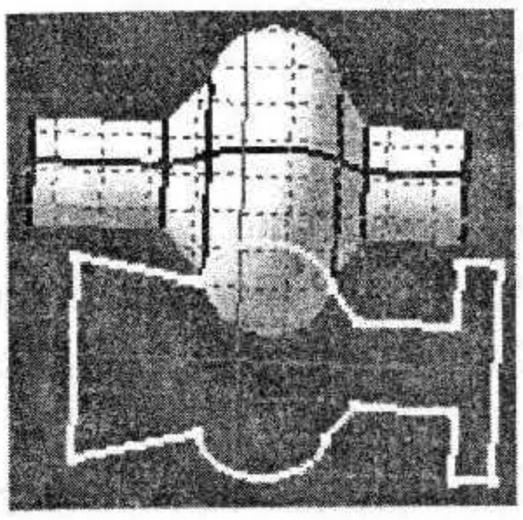


Fig. 2.64. Obţinerea noului profil al schiţei prin completarea "siluetei"

În urma acestui tip de proiecţie a corpului în planul schiţei rezultă un profil ce redă identic forma generatoarei corpului. Profilul obţinut în proiecţie este denumit "siluetă" a corpului respectiv.

Evident, toate profilele obţinute în urma proiecţiilor şi a intersecţiilor rămân în cadrul schiţei şi sunt utilizate ca elemente de referinţă sau de construcţie geometrică.

În figura 2.64, profilul obţinut din proiecţie a fost modificat, prin completare cu linii, pentru a rezulta noul profil al schiţei.

Instrumentul de schiţare *Isolate* se aplică în cazul în care se efectuează izolarea anumitor porţiuni din profilul obţinut prin proiecţia sau intersecţia unui corp tridimensional în/cu planul schiţei.

Astfel, în exemplul prezentat în figura 2.65, se prezintă rezultatul aplicării instrumentului respectiv pentru un semicerc obţinut prin proiecţia formei unui corp de revoluţie.

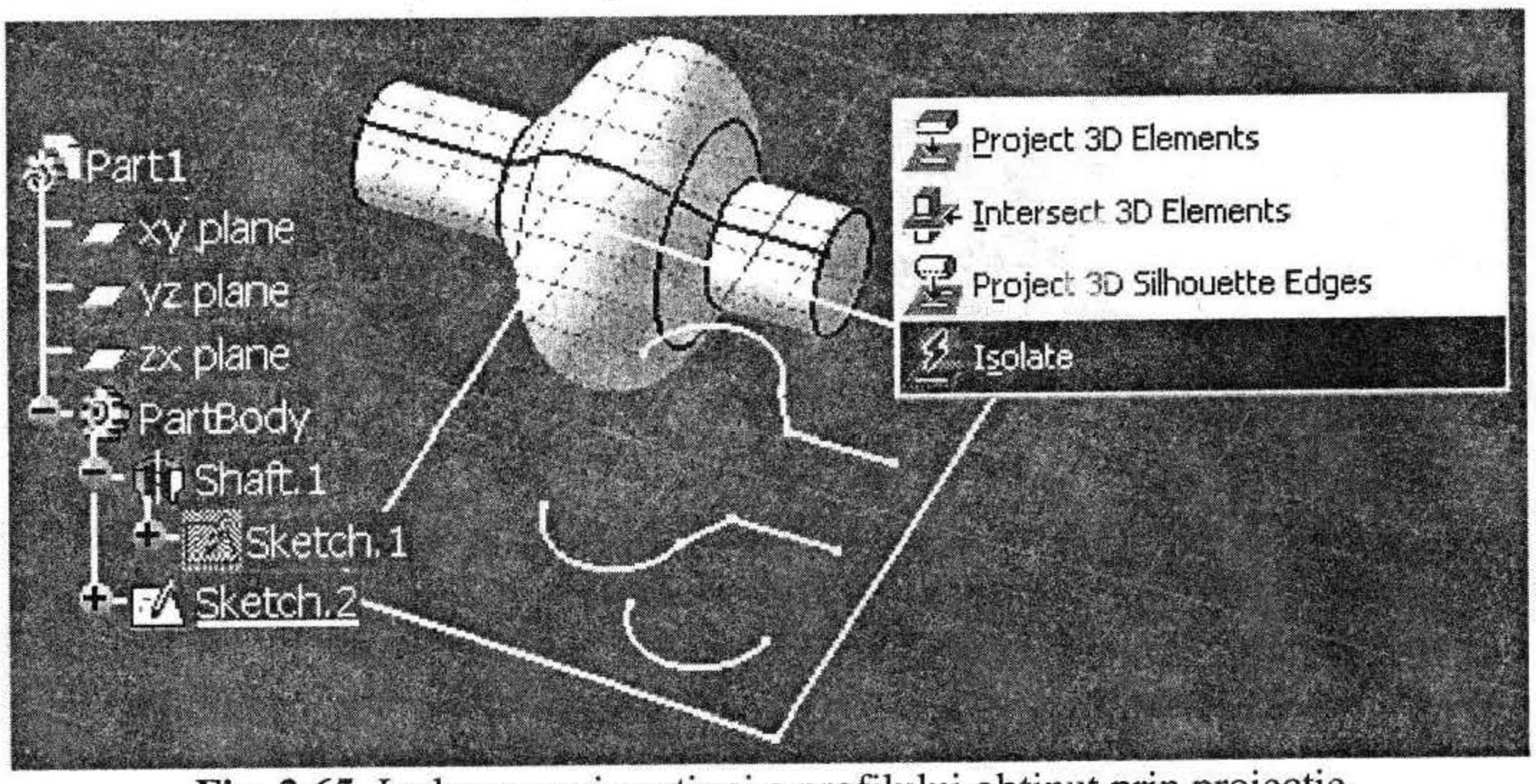


Fig. 2.65. Izolarea unei porţiuni a profilului obţinut prin proiecţie

Porţiunea izolată are culoare albă, nu mai este legată de geometria din care a fost extrasă, poate fi editată şi deplasată.

Accesarea instrumentului de schiţare *Isolate* se face din meniul [Insert] -> [Operation] -> [3D Geometry] -> [Isolate], nefiind prezent în bara de instrumente *Operation*.

2.3.4. Bara de instrumente Constraint

Bara *Constraint* conţine următoarele instrumentele de constrângere: *Constraints Defined in Dialog Box*, *Constraint Creation* (*Constraint*, *Contact Constraint*), *Auto Constraint* şi *Animate Constraint*. Pentru a o activa şi afişa pe ecran se accesează meniul [View] -> [Toolbars] -> [Constraint].

Instrumentele aflate pe bara *Constraint* se utilizează la aplicarea unor constrângeri dimensionale şi geometrice între elementele schiţei.

Constrângerile dimensionale stabilesc mărimile elementelor unei schiţe (exemplu: arce de cerc, cercuri, linii etc.) şi relaţiile între două elemente ale acesteia (spre exemplu, distanţa între două drepte paralele, distanţa de la un punct la o dreaptă etc.).

O constrângere dimensională poate fi aplicată unuia sau între două elemente ale schiței.

În funcție de numărul elementelor constrânse se identifică constrângerile dimensionale corespunzătoare:

-un element: *Length*, *Radius/Diameter*, *Semimajor axis*, *Seminminor axis*;

-două elemente: *Distance*, *Angle*.

Constrângerile geometrice stabilesc o caracteristică geometrică a unui element al schiței, spre exemplu, verticalitatea sau orizontalitatea unei linii etc., sau tipul de relații între două sau mai multe elemente ale acesteia (paralelismul sau perpendicularitatea a două linii, concentricitatea a două cercuri, tangența unei drepte la un cerc etc.).

În funcție de numărul elementelor constrânse se identifică constrângerile geometrice corespunzătoare:

-un element: *Fix*, *Horizontal*, *Vertical*;

-două elemente: *Coincidence*, *Concentricity*, *Tangency*, *Parallelism*, *Midpoint*, *Perpendicularity*;

-trei elemente: *Symmetry*, *Equidistant Point*.

Constrângerile sunt, cu prioritate, de tip dimensional. Pentru a obține alte tipuri de constrângeri şi a poziționa o constrângere se va utiliza meniul contextual, afişat prin apăsarea butonului dreapta al mouse-ului după selectarea elementelor implicate în constrângere.

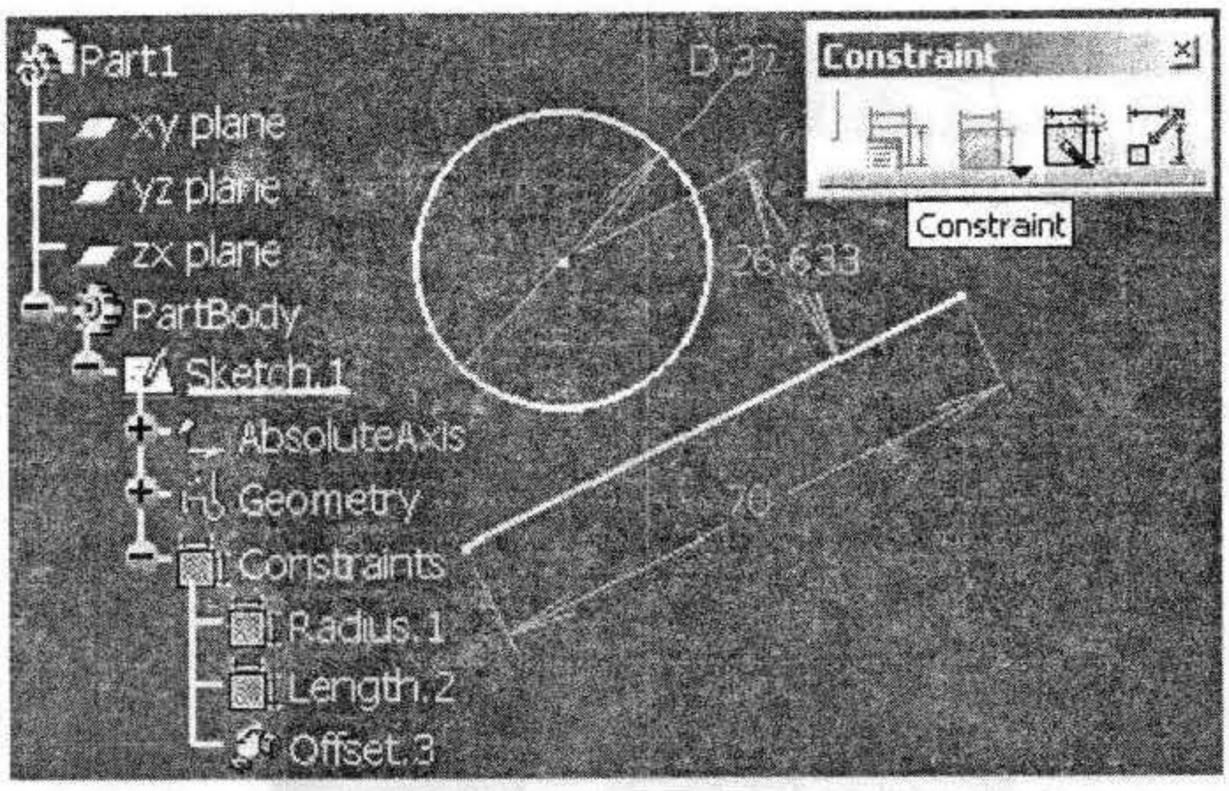


Fig. 2.66. Constrângerea dimensională a două elemente din cadrul schiței

În exemplul din figura 2.66 se consideră două elemente ale unei schițe: un cerc şi o linie. Dacă apasă pictograma "*Constraint*" şi selectează cercul, utilizatorul obține o constrângere dimensională, reprezentând diametrul acestuia. În cazul selectării liniei se obține lungimea acesteia.

De asemenea, se poate introduce şi o constrângere între centrul cercului şi linie, considerată pe o direcție de perpendicularitate între centru şi linie.

Cele trei constrângeri create sunt adăugate în arborele de specificații, în secțiunea *Constraints* din schiță (*Sketch.1*).

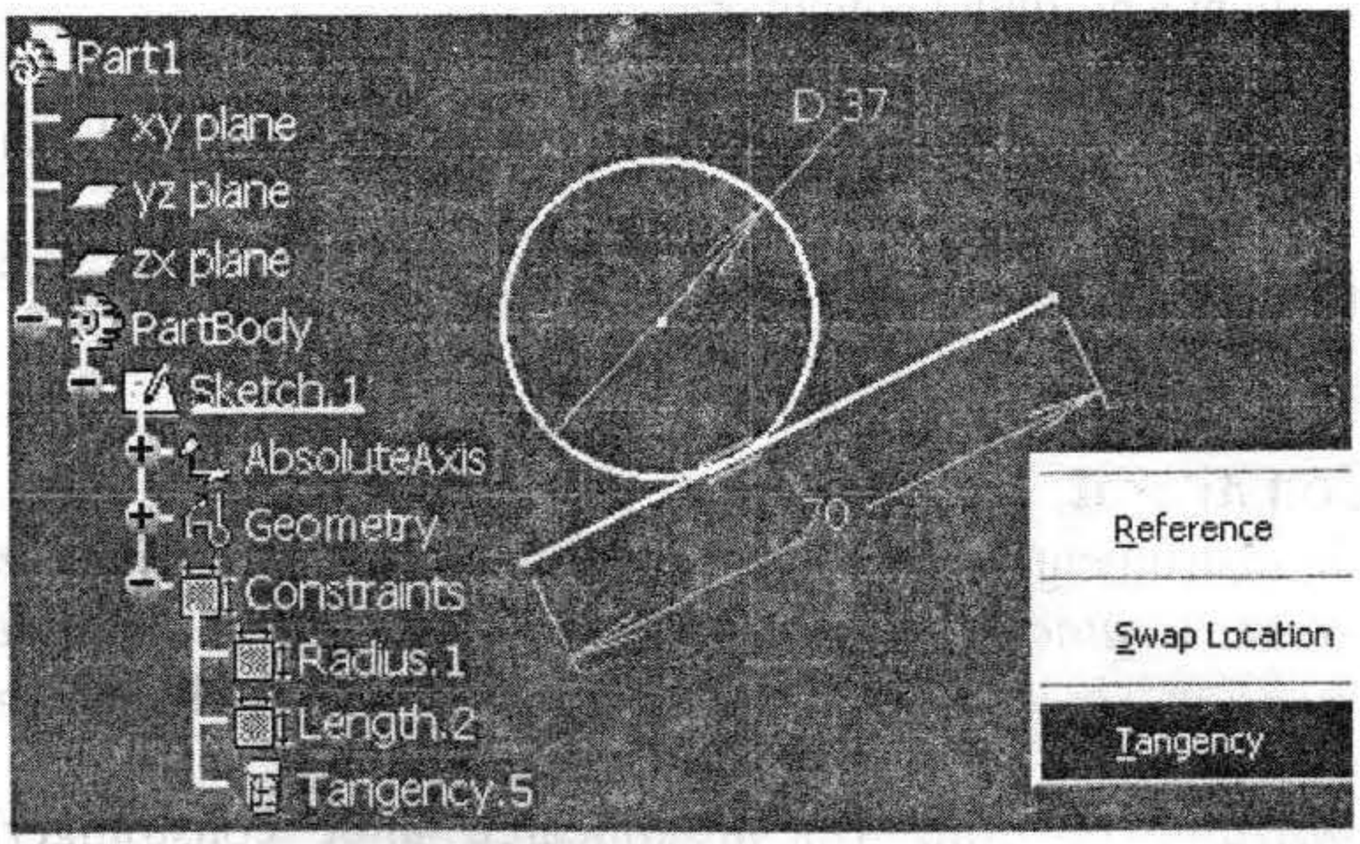


Fig. 2.67. Adăugarea constrângerii geometrice de tangență între cerc şi linie

În exemplul din figura 2.67 s-a introdus o constrângere geometrică de tangență (*Tangency*) a cercului la linie. Astfel, având apăsată pictograma "*Constraint*", utilizatorul a selectat întâi cercul, apoi linia, obținând, inițial, o constrângere dimensională.

Prin activarea meniului contextual şi alegerea constrângerii *Tangency*, cercul devine tangent la linie. De asemenea, constrângerea de tangență este adăugată în arborele de specificații.

Pentru a fixa un element al schiței, astfel încât acesta să nu mai poată fi deplasat, se utilizează constrângerea *Fix* accesibilă din meniul contextual.

În exemplul din figura 2.68 a fost aplicată constrângerea de fixare a cercului, aceasta fiind reprezentată în schiță sub forma unei ancore.

De asemenea, din acelaşi meniu contextual se poate opta pentru o constrângere *Diameter/Radius* (diametru/rază) a cercului.

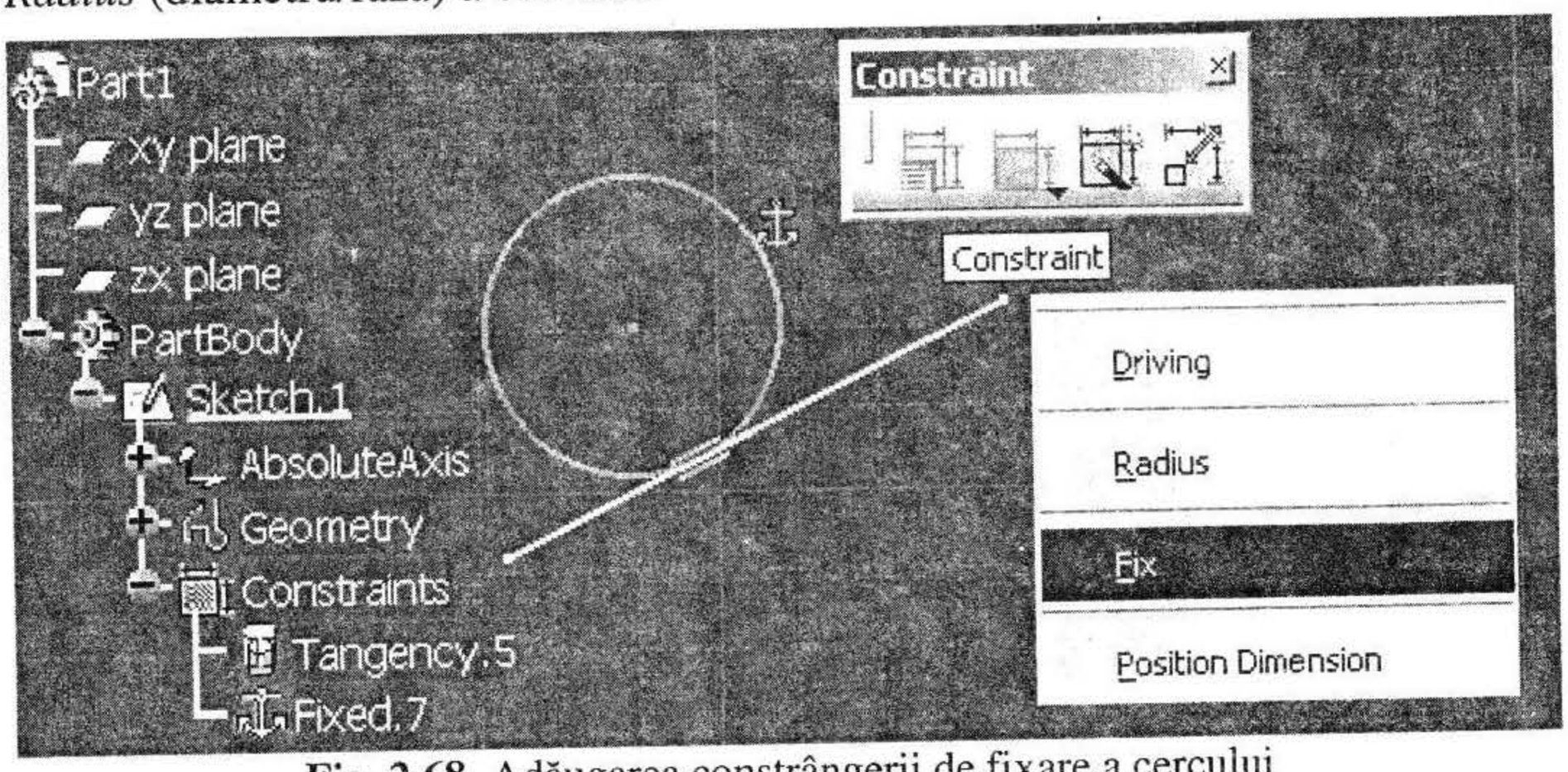


Fig. 2.68. Adăugarea constrângerii de fixare a cercului

În cazul constrângerilor dimensionale, utilizatorul poate defini direcția de măsurare atunci când creează o constrângere.

Astfel, în figura 2.69 sunt prezentate două exemple de constrângere a distanței între centrele a două cercuri. În exemplul din stânga, în urma constrângerii, s-a obținut valoarea distanței între centre, pe direcția care le unește.

În exemplul din dreapta, utilizatorul a apelat la meniul contextual şi a selectat constrângerea *Horizontal Measure Direction*, obținând valoarea distanței între centre, dar pe direcție orizontală.

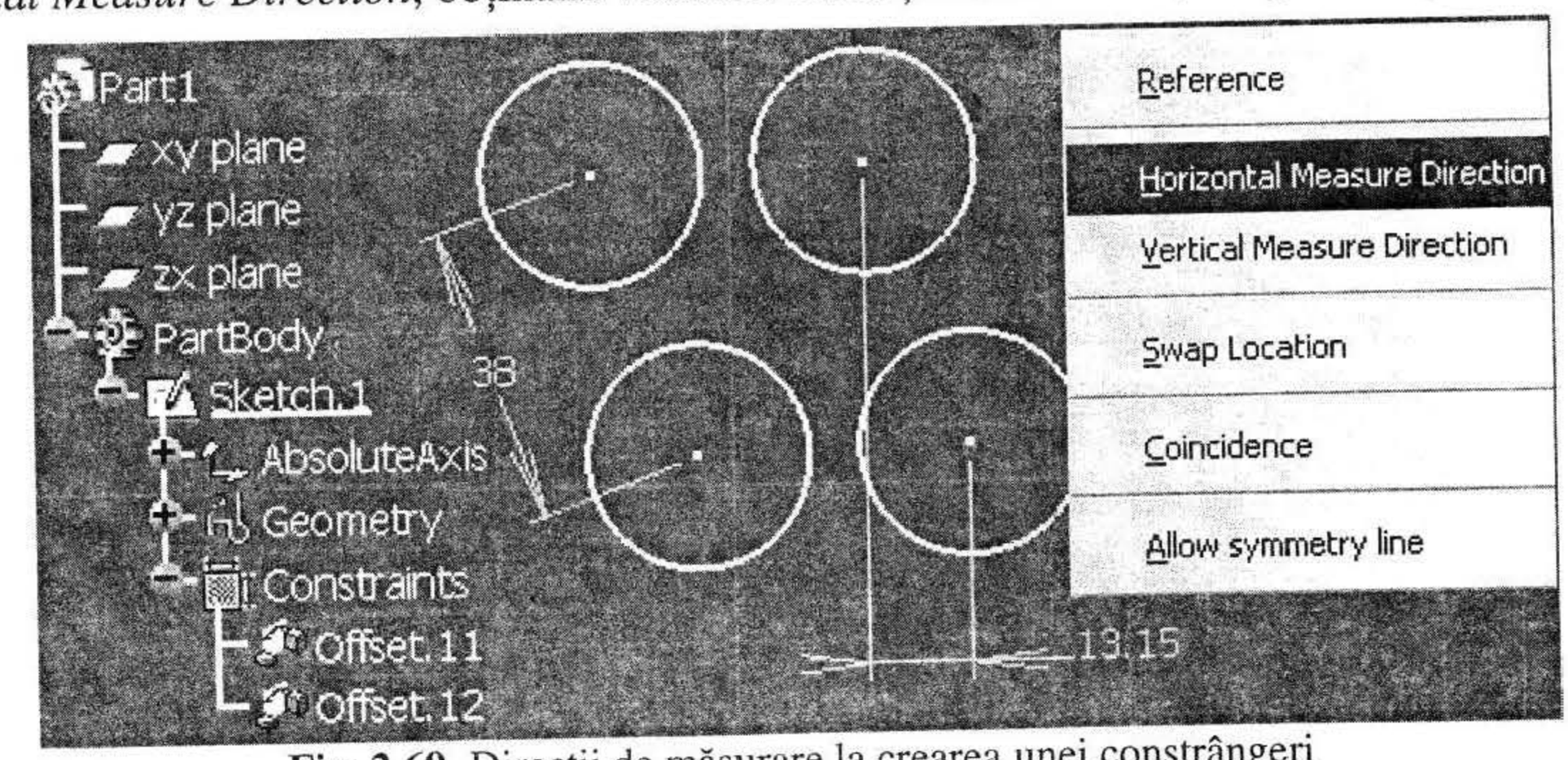


Fig. 2.69. Direcții de măsurare la crearea unei constrângeri

Desigur, direcția de măsurare poate fi modificată şi după crearea constrângerii. În acest scop, utilizatorul trebuie să apese întâi pictograma "*Constraint*", apoi să selecteze constrângerea deja creată, iar din meniul contextual să aleagă noua direcție de măsurare, sau alt tip de constrângere.

În exemplul din figura 2.70 s-au considerat două cercuri de diametre diferite. Inițial, între cercuri există o constrângere dimensională, distanța între cele două centre.

Această constrângere s-a înlocuit cu o constrângere geometrică, de coincidență (*Coincidence*), tot între cele două centre.

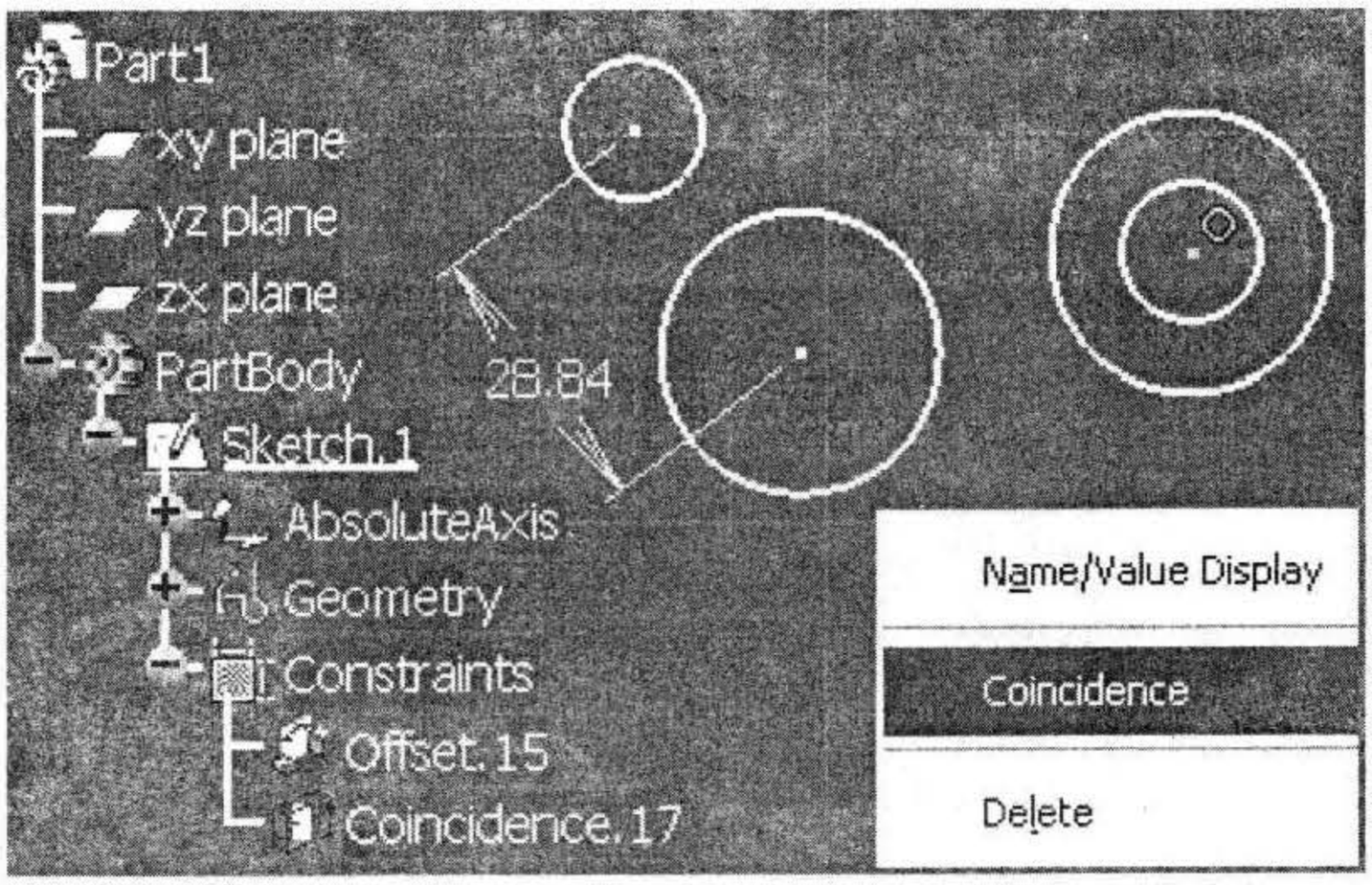


Fig. 2.70. Modificarea unei constrângeri prin intermediul meniului contextual

Instrumentul *Contact Constraint* realizează o constrângere geometrică între două elemente, simultan cu o poziționare relativă a acestora, astfel încât să existe un contact de concentricitate, de coincidență sau de tangență.

În exemplele reprezentate în figura 2.71 se exemplifică aceste trei tipuri de constrângeri de contact. Astfel, între elipsă şi dreaptă există un contact de tangență, între elipsă şi cerc s-a realizat un contact de concentricitate, iar între centrul elipsei şi unul din capetele liniei, un contact de coincidență.

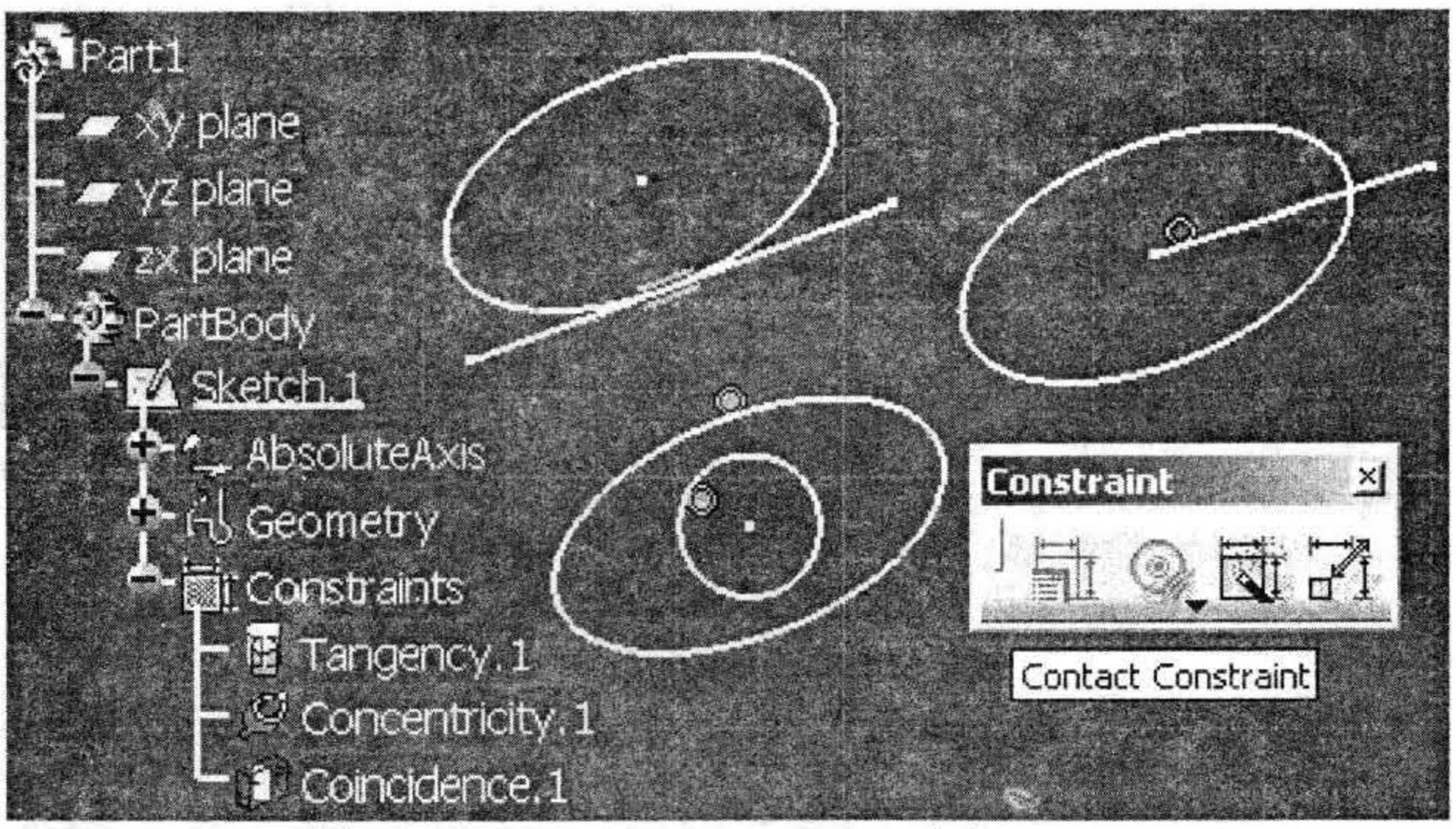


Fig. 2.71. Exemple de constrângeri de contact

În funcție de elementele selectate, CATIA propune, implicit, următoarele constrângeri de contact:

- un punct şi o linie: coincidență;
- două cercuri: concentricitate;
- două linii: coincidență;
- două puncte: coincidență;
- o linie şi un cerc: tangență;
- un punct şi orice alt element: coincidență;
- două curbe (cu excepția cercurilor şi/sau elipselor): tangență;
- două elipse: concentricitate.

Adăugarea automată a constrângerilor într-o schiță poate fi realizată cu ajutorul instrumentului *Constraints Defined in Dialog Box*. Astfel, într-o schiță, toate constrângerile dimensionale şi geometrice sunt definite cu ajutorul unei ferestre de dialog (*Constraint Definition*).

Pentru a putea utiliza acest instrument de constrângere, utilizatorul trebuie să activeze instrumentele ajutătoare în schițare *Geometrical Constraints* şi *Dimensional Constraints*, aflate în Bara *Sketch Tools*, apoi să traseze profilul în cadrul schiței.

În exemplul din figura 2.72 s-a considerat un profil format din patru elemente, trei linii şi un semicerc, creat în condițiile stabilite mai sus. Se selectează tot profilul sau numai o parte din elementele sale, apoi se apasă pictograma "*Constraints Defined in Dialog Box*" pentru a afişa fereastra de dialog "*Constraint Definition*". Dintre tipurile de constrângeri active în această fereastră de dialog, utilizatorul le selectează pe acelea care doreşte să fie introduse în schiță (în cazul considerat, *Length* şi *Radius/Diameter*).

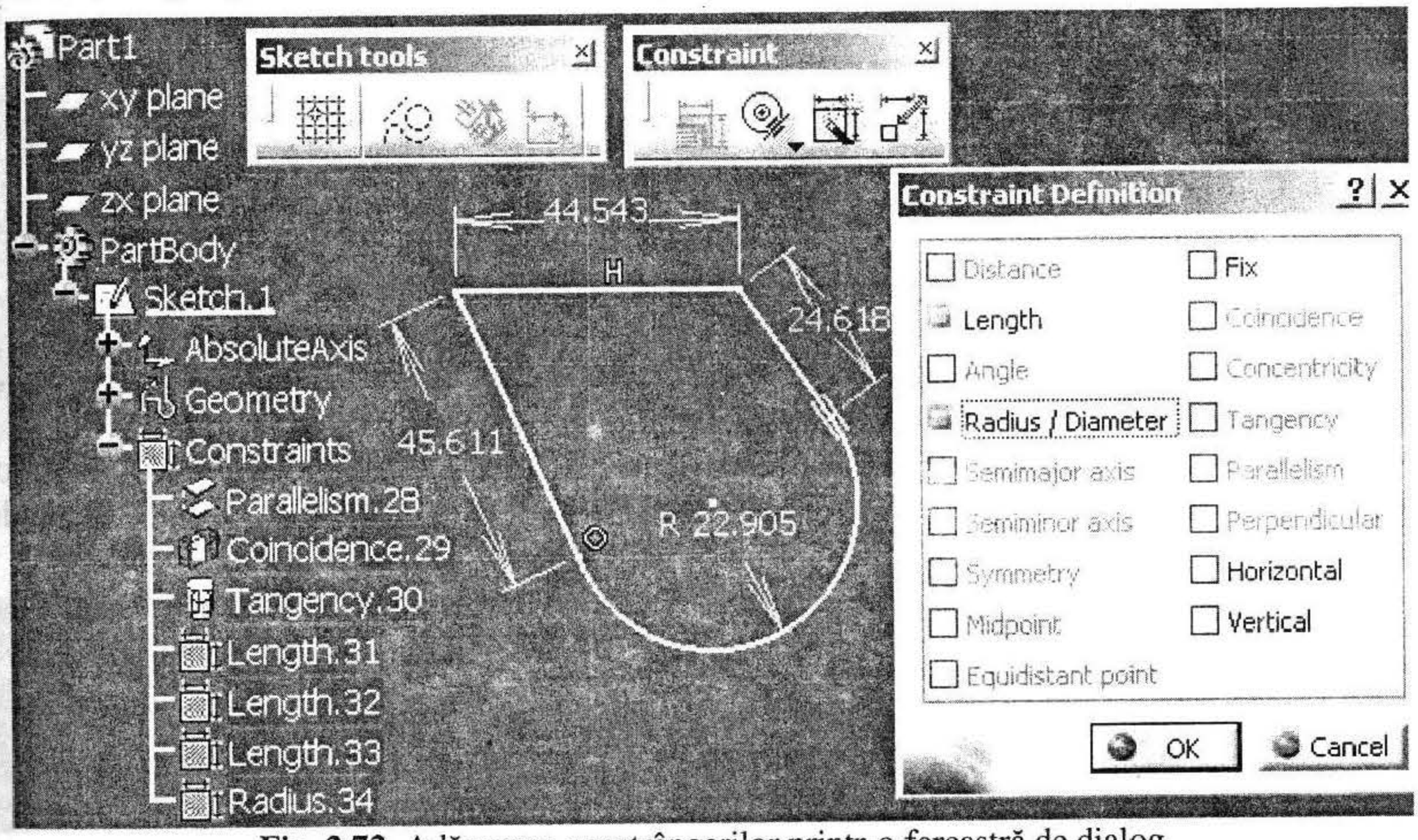


Fig. 2.72. Adăugarea constrângerilor printr-o fereastră de dialog

Se observă că aceste constrângeri pot fi aplicate unui element (*Length*, *Fix*, *Horizontal*, *Vertical*) sau între două elemente (*Distance*, *Angle*, *Coincidence*, *Parallelism*, *Perpendicular*). Deseori, constrângerile sunt aplicate unei selecții formate din mai multe elemente ale schiței.

Un profil constrâns nu permite modificarea dimensiunilor sale decât prin editarea individuală a constrângerilor componente. Totuşi, dacă se consideră constrângerile ca fiind elemente de referință, profilul poate fi modificat de utilizator, iar noile valori ale constrângerilor depind de modificările efectuate.

În figura 2.73, s-au considerat două profile formate din câte patru linii şi un segment de cerc. Inițial, cele două profile sunt identice. S-au adăugat trei constrângeri dimensionale: lungimea unei linii, unghiul făcut de două linii şi raza segmentului de cerc. Pentru profilul din stânga, oricare ar fi deplasările elementelor sale, efectuate de utilizator, aceste trei constrângeri nu-şi schimbă valorile.

În cazul profilului din dreapta, utilizatorul a executat dublu-click pe fiecare constrângere, accesând fereastra de dialog "*Constraint Definition*" şi a bifat opțiunea "*Reference*". Astfel, valorile celor trei constrângeri considerate au devenit inaccesibile, fiind modificate de deplasările elementelor profilului.

De asemenea, se observă că valorile constrângerilor, devenite de referință, sunt reprezentate între paranteze.

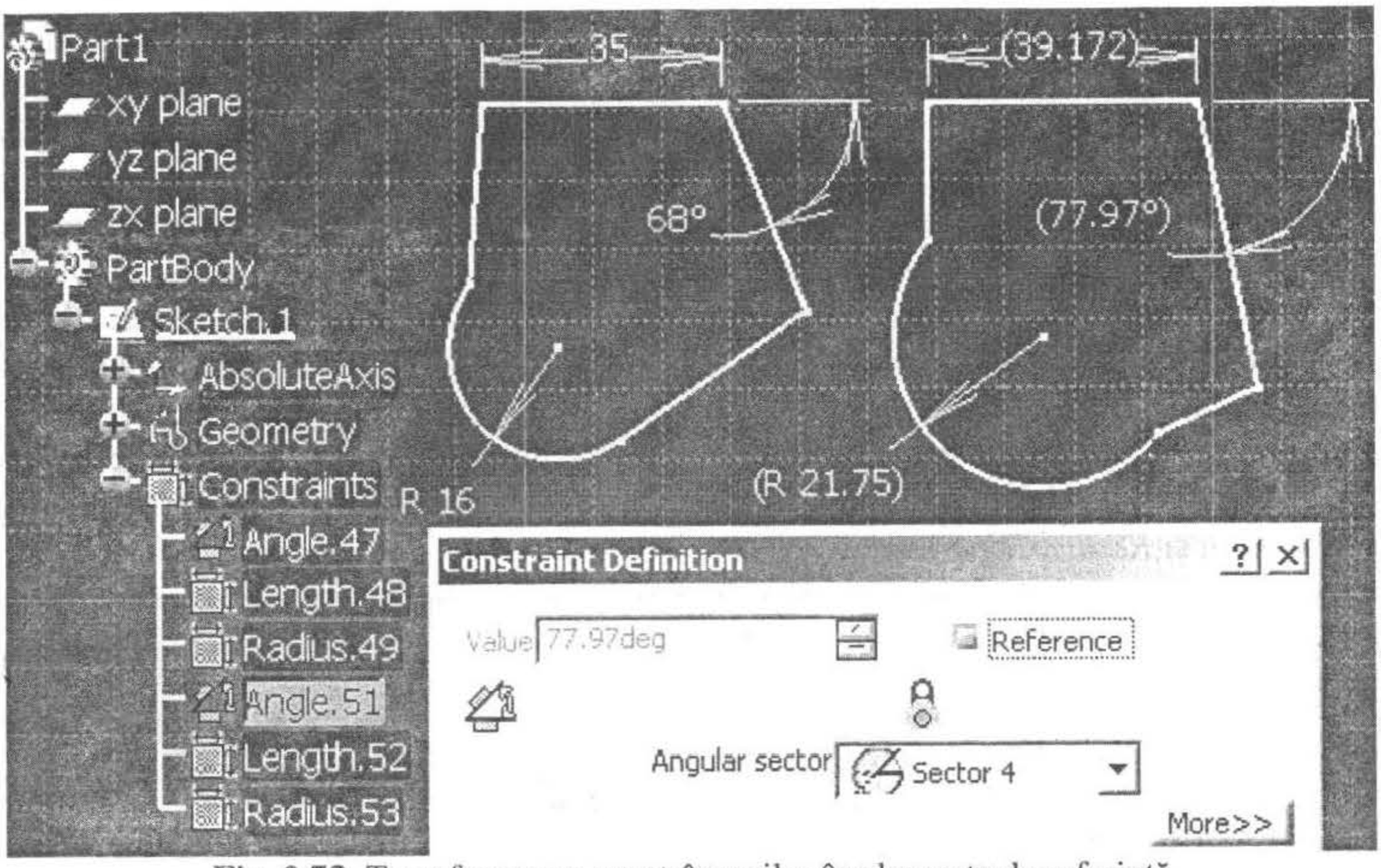


Fig. 2.73. Transformarea constrângerilor în elemente de referinţă

Instrumentul de constrângere *Auto Constraint* detectează şi creează automat constrângerile posibile între elementele selectate ale unui profil.

Pentru exemplul din figura 2.74 se consideră un profil format din două linii şi două semicercuri. Se selectează acest profil şi se apasă pictograma "*Auto Constraint*", afişându-se fereastra de dialog "*Auto Constraint*".

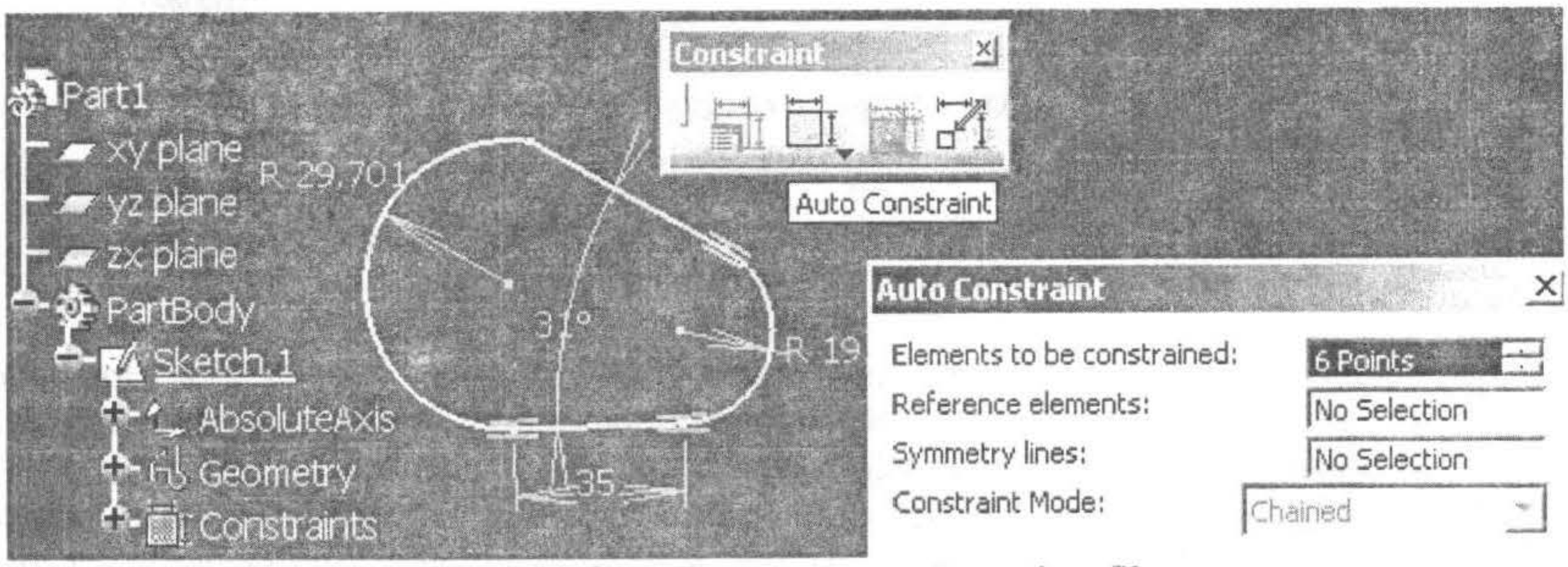


Fig. 2.74. Constrângerea automată a unui profil

În câmpul "*Elements to be constrained:*" se află o listă derulantă cu elementele profilului detectate de program în urma selecţiei. În câmpurile "*Reference elements:*" şi "*Symmetry lines:*", utilizatorul poate alege diferite elemente din cadrul schiţei faţă de care să se realizeze constrângerile.

În urma validării constrângerilor detectate de program, acestea sunt afişate în schiţă şi în arborele de specificaţii. Pentru exemplul considerat în figura 2.74 s-au creat constrângeri de tangenţă, rază, unghi şi distanţă.

Instrumentul de constrângere *Animate Constraint* se utilizează pentru a observa comportamentul în timp real al elementelor constrânse ale schiţei, odată cu varierea uneia dintre acestea.

Astfel, în exemplul din figura 2.75, modificarea lungimii liniei va conduce la deplasarea spre stânga a dreptunghiului.

Se observă că între capetele liniei şi dreptunghi, respectiv, cerc, există constrângeri de coincidență. De asemenea, centrul cercului este fix.

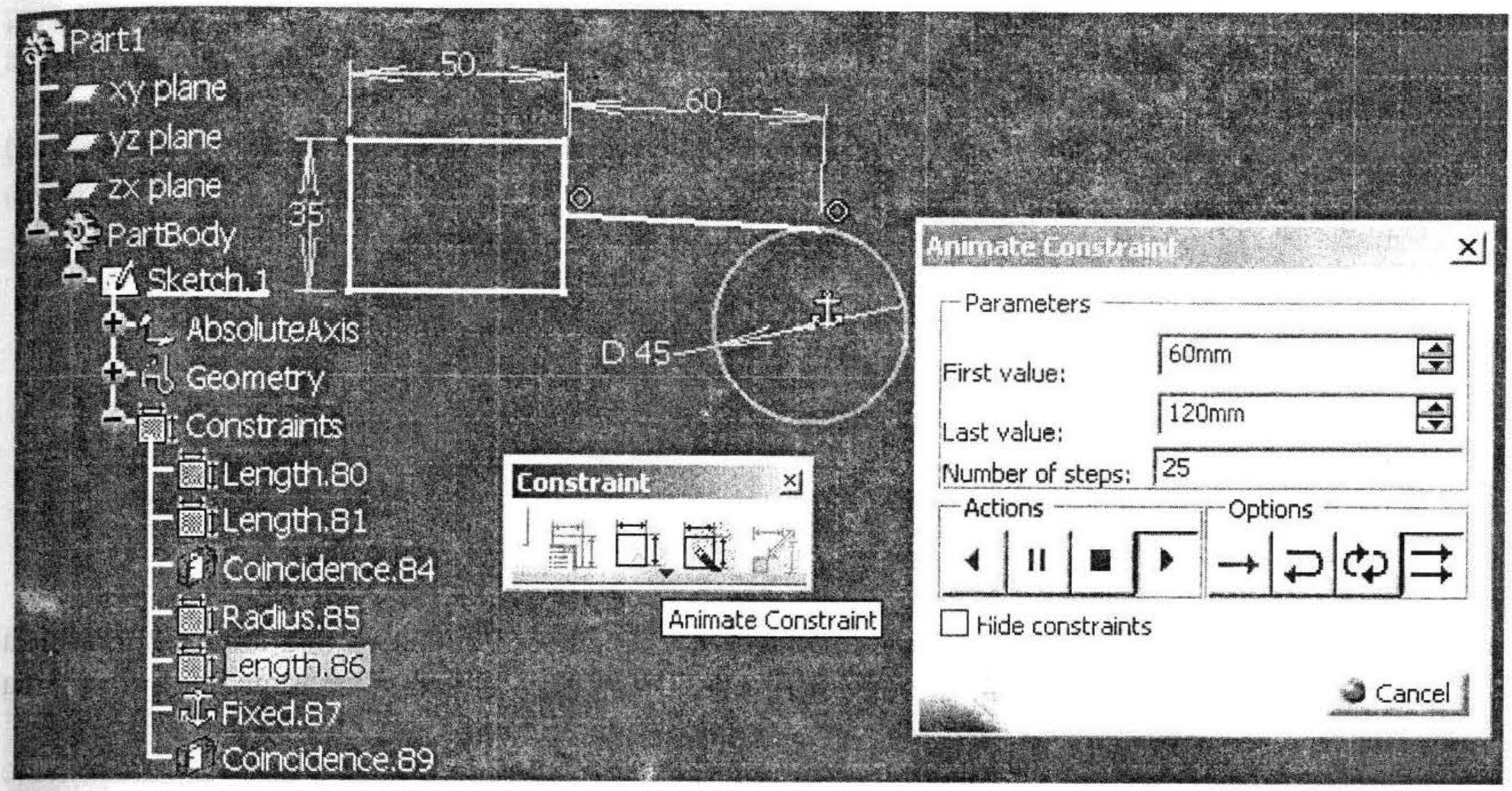


Fig. 2.75. Modificarea schiței la varierea unui element al acesteia

Inițial, lungimea liniei este de 60 mm. Se selectează constrângerea ce definește linia şi se apasă pictograma "*Animate Constraint*", pentru a afişa fereastra de dialog cu acelaşi nume. În câmpurile "*First value:*" şi "*Last value:*" se introduc valoarea inițială, respectiv, valoarea finală a constrângerii.

Se realizează, astfel, o animație cu numărul de cadre stabilit în câmpul "*Number of steps:*".

Pentru a rula animația se apasă butonul [Run Animation] din zona *Actions* a fereastrei de dialog "*Animate Constraint*". Se observă că linia îşi schimbă lungimea, deplasând dreptunghiul spre stânga.

2.4. Analiza constrângerilor schiței

În evaluarea geometriei unei schițe, programul CATIA ia în considerare gradele de libertate ale elementelor acesteia. În două dimensiuni, punctele şi liniile au două, cercurile au trei, iar elipsele au cinci grade de libertate.

Elementele fixate (constrângerea *Fix*) nu pot fi deplasate sau rotite, neavând nici un grad de libertate.

Dacă, într-o schiță, toate gradele de libertate ale elementelor sale au fost preluate prin intermediul unor constrângeri dimensionale şi geometrice, se consideră că schița respectivă este *iso-constrained* (bine definită).

În caz contrar, când mai există grade de libertate nepreluate, schița este *under-constrained* (definită incomplet).

În figura 2.76, din meniul [Tools], utilizatorul a folosit opțiunea "*Sketch Analysis*" pentru a diagnostica constrângerile schiței.

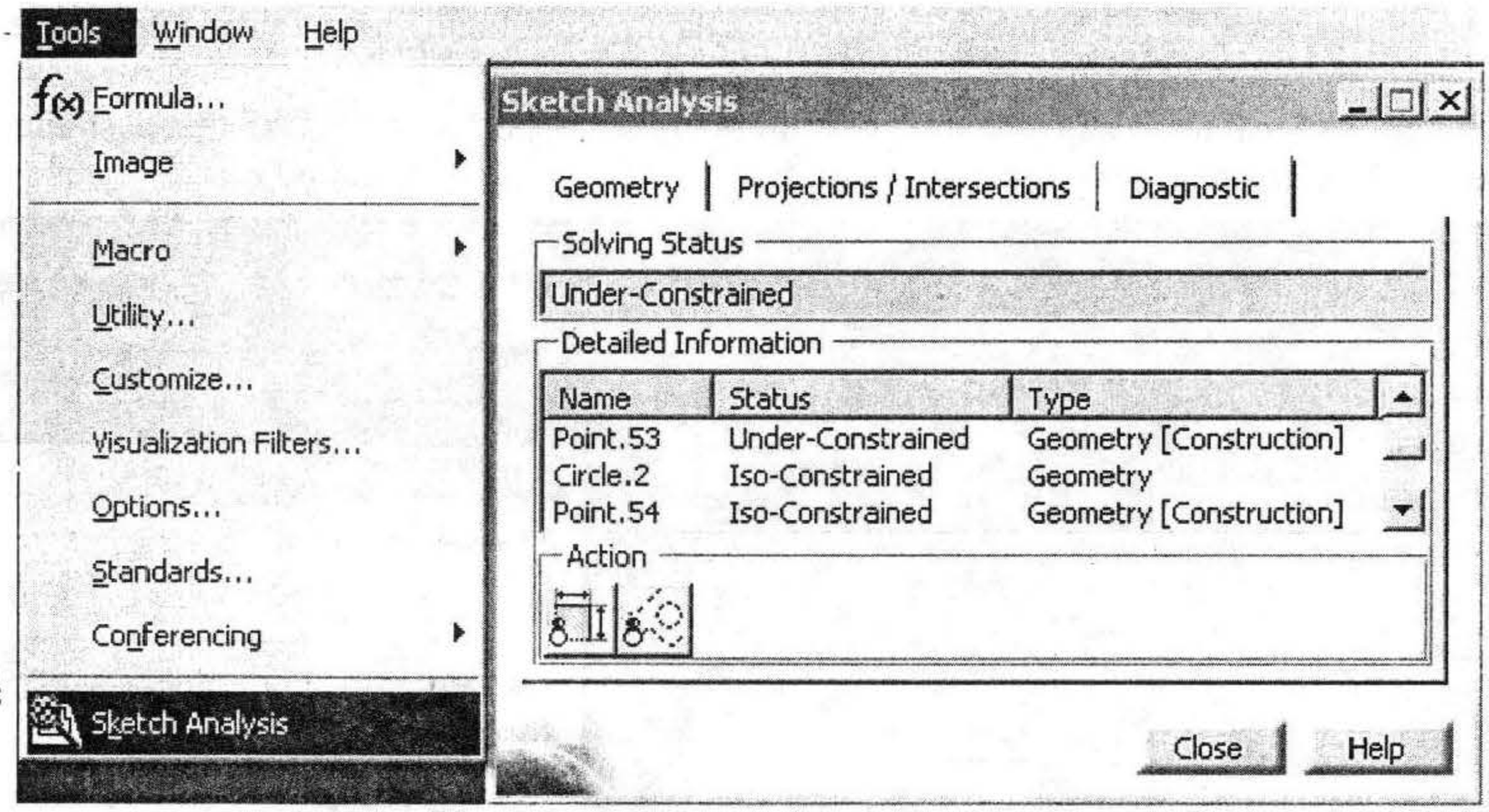


Fig. 2.76. Analiza constrângerilor schiţei

În unele schiţe, utilizatorul poate defini, direct sau indirect, dimensiunea unui element prin două sau mai multe constrângeri. În acest caz, modulul CATIA Sketcher va semnala şi va marca elementul geometric respectiv ca fiind *over-constrained* (supraconstrâns).

Geometria este marcată ca fiind supraconstrânsă atunci când sunt prea multe dimensiuni care acţionează asupra sa pentru gradele de libertate disponibile.

O dimensiune va fi marcată ca fiind supraconstrânsă dacă intră în conflict cu una sau cu mai multe alte dimensiuni fără să fie posibilă varierea valorii sale, simultan cu păstrarea unei soluţii geometrice valide.

În exemplul din figura 2.77, elementele schiţei (linia şi cercul) sunt supraconstrânse, deoarece nici una dintre dimensiunile ce le definesc poziţia relativă nu poate fi variată independent, fără a le afecta pe celelalte două. Pentru a evita o astfel de situaţie, în exemplul considerat, se pot reţine numai constrângerile dintre linie şi centrul cercului, respectiv, diametrul acestuia.

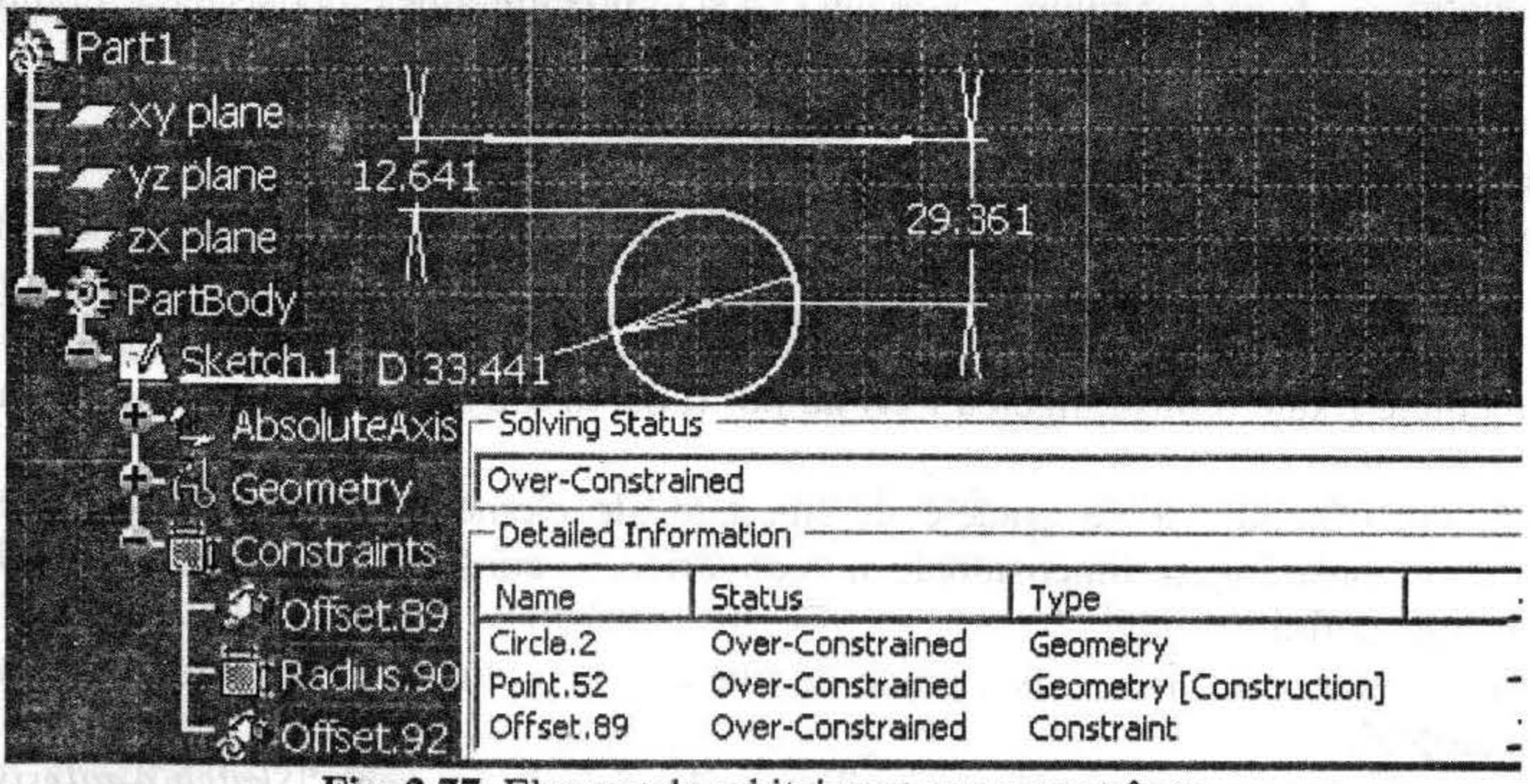


Fig. 2.77. Elementele schiţei sunt supraconstrânse

Totuşi, unele supraconstrângeri pot fi rezolvate de CATIA cu ajutorul utilizatorului, mai ales când se aplică constrângeri geometrice, precum: paralelismul, tangenţa, coincidenţa etc., adăugate automat pe parcursul trasării interactive a schiţei. Astfel, dintre configuraţiile de supraconstrângeri ce pot fi rezolvate, se aplică: constrângeri multiple între aceleaşi elemente geometrice, constrângeri

multiple de coincidență între elemente geometrice de același tip, constrângeri multiple de coincidență între linii și puncte, constrângeri de paralelism etc.

Rezolvarea situațiilor în care apar supraconstrângeri este o etapă destul de dificilă ce implică definirea unor constrângeri ca fiind de referință (vor rămâne în schiță, dar cu valoarea scrisă între paranteze) și înlăturarea sau dezactivarea altora. CATIA asistă permanent utilizatorul în rezolvarea acestor situații determinând cu exactitate care dimensiuni contribuie la supraconstrângere.

În cadrul unei schițe, utilizatorul are posibilitatea de a transforma o constrângere *Diameter* (diametru) în constrângere *Radius* (rază), din fereasta de dialog apărută în urma executării unui dublu-click pe constrângerea respectivă (figura 2.78).

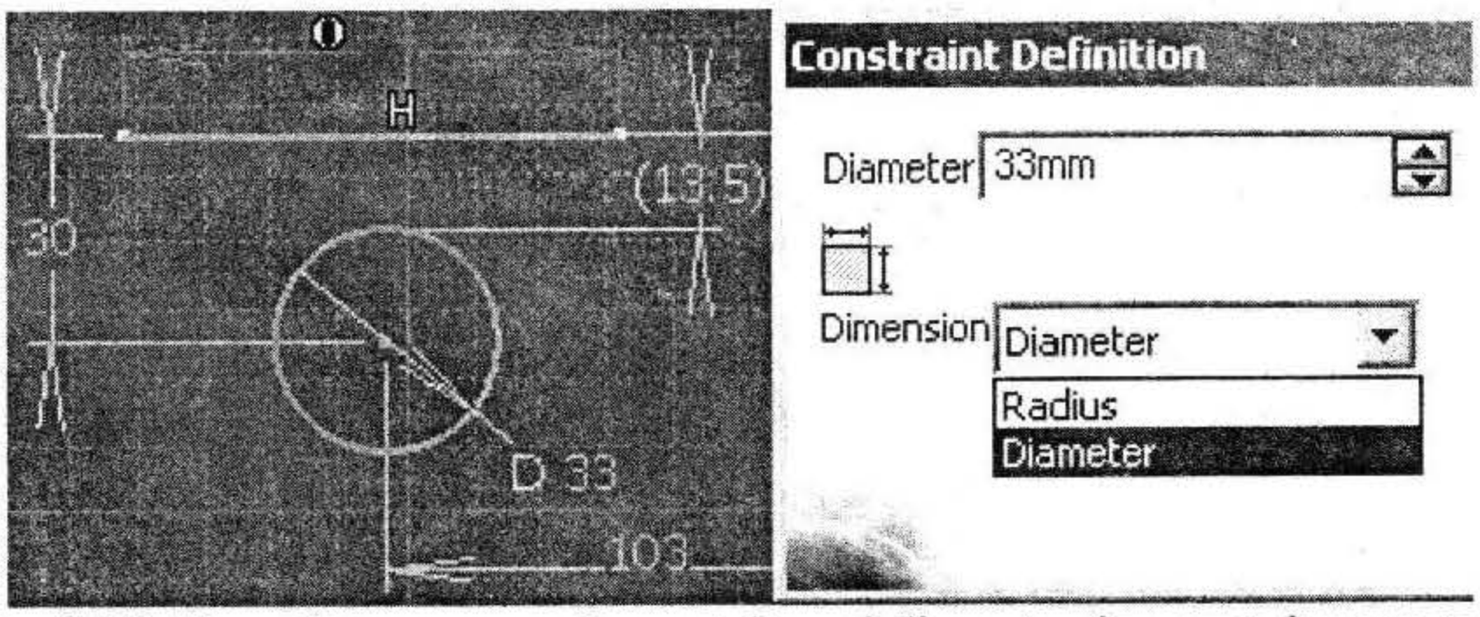


Fig. 2.78. Transformarea unei constrângeri diametru în constrângere rază

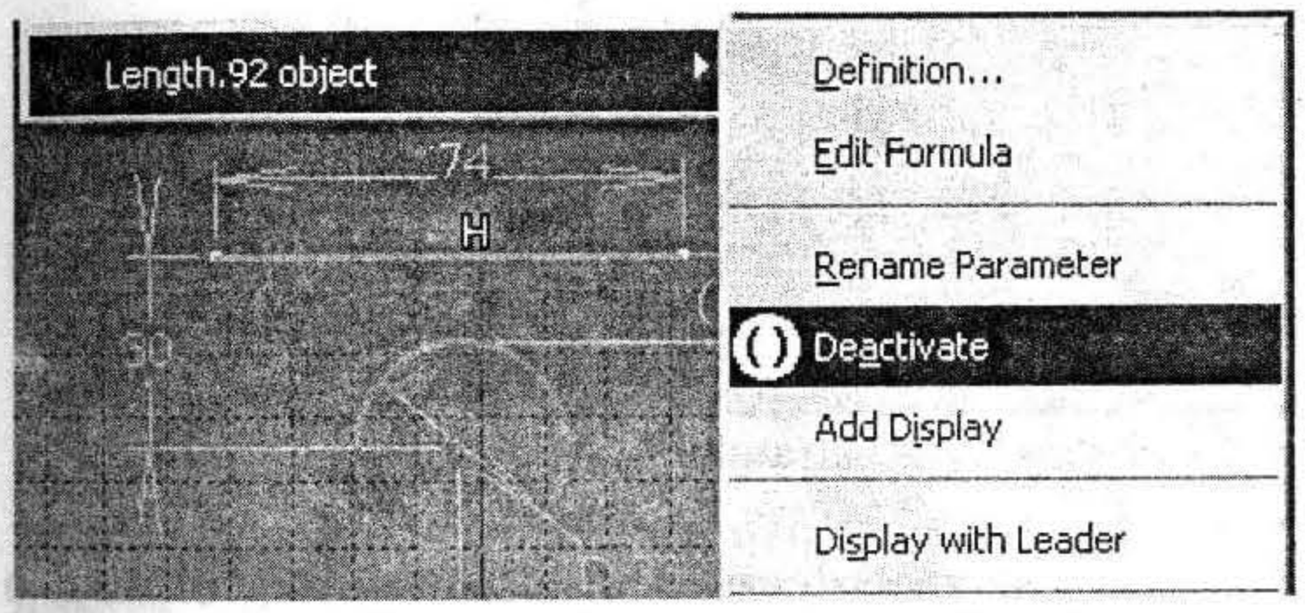


Fig. 2.79. Dezactivarea unei constrângeri

Totuși, indiferent de reprezentarea în schiță (diametru sau rază), în cazul creării unei formule, parametrul de definire al cercului va fi întotdeauna de tip rază.

Constrângerile au proprietatea de a fi activate sau dezactivate în funcție de rolul lor în schiță. În figura 2.79 este prezentată secvența de dezactivare a unei constrângeri, utilizând meniul [Edit], în care s-a selectat opțiunea *Deactivate*.

Constrângerea dezactivată este precedată de două paranteze, apare în continuare în cadrul schiței, dar nu o mai influențează. O opțiune foarte utilă este dată de posibilitatea stabilirii constrângerilor între elementele bidimensionale ale schiței și un corp tridimensional.

În figura 2.80 se consideră un paralelipiped obținut prin extrudarea unui dreptunghi aflat în schița *Sketch.1* și un cerc, element aflat în schița *Sketch.2*. Cercul este poziționat pe o față a paralelipipedului și constrâns în raport cu două dintre muchiile acestuia.

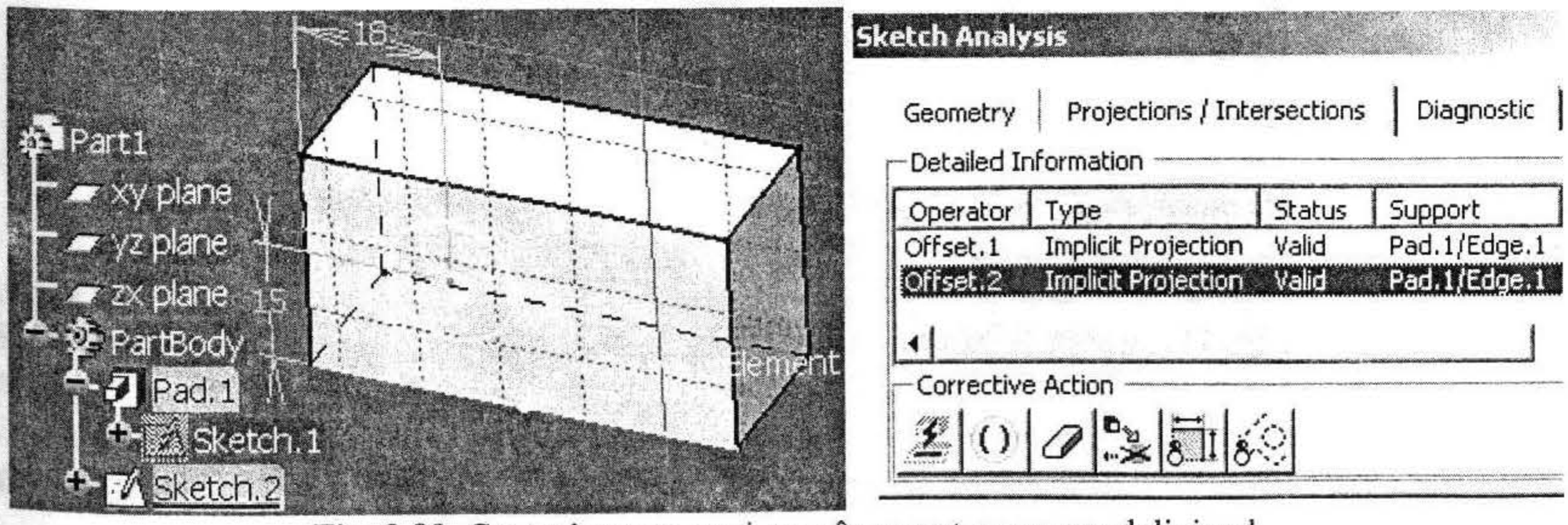


Fig. 2.80. Constrângerea unui cerc în raport cu un paralelipiped

La analiza schiței, CATIA consideră muchiile față de care se realizează constrângerea ca fiind proiecții ale paralelipipedului în planul schiței unde se află cercul. Mai mult, acestea sunt considerate elemente de referință.

2.5. Aplicații

2.5.1. Crearea unui profil pentru o piesă de tip placă

În această aplicație se trasează profilul din care, prin extrudare într-o operație ulterioară, se va obține o piesă de tip placă, de formă pătrată.

Pentru generarea corectă şi rapidă a profilului se utilizează câmpurile de valori disponibile în bara de instrumente *Sketch Tools*. Se trasează şi se constrânge un pătrat (*Rectangle*), prezentat în figura 2.81, cu latura de 70 mm.

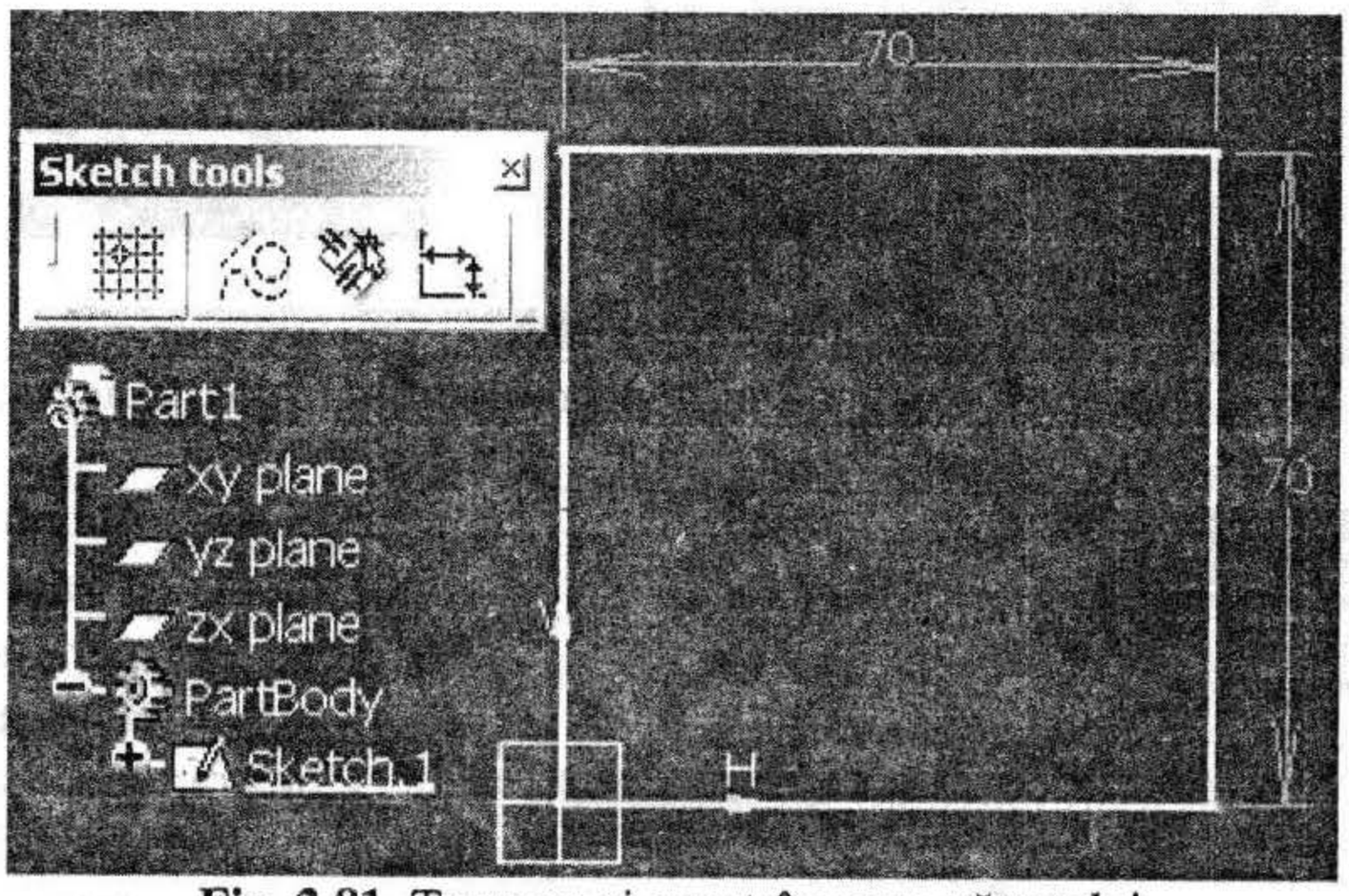


Fig. 2.81. Trasarea şi constrângerea pătratului

Cu ajutorul instrumentului de schițare *Corner* se racordează laturile pătratului, folosind o metodă *Trim All Elements* care înlătură capetele liniilor între care se creează racordarea. Raza de racordare se consideră egală cu 12 mm, obținându-se profilul din figura 2.82.

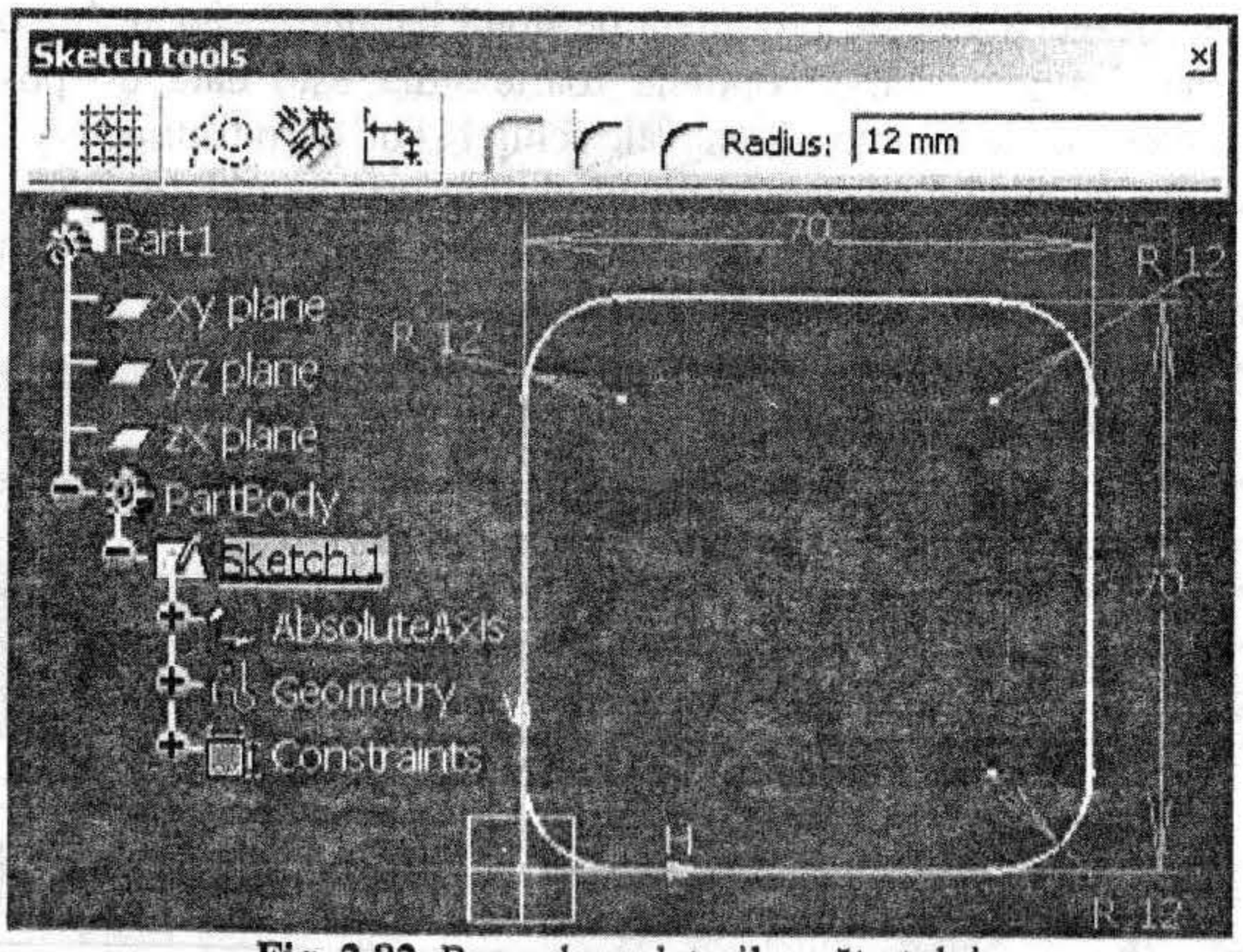


Fig. 2.82. Racordarea laturilor pătratului

Se observă că, odată cu racordarea laturilor, în schiță apar patru puncte, reprezentând centrele arcelor de cerc ale racordării. În aceste puncte se consideră (constrângere de coincidență) centrele a patru cercuri care, în urma unei extrudări ulterioare, definesc găurile de prindere ale piesei. Cercurile sunt identice şi au diametrul de 12 mm.

În figura 2.83 este reprezentat profilul în momentul constrângerii complete. Se poate constrânge fiecare element în parte sau se utilizează instrumentul de constrângere *Auto Constraint*.

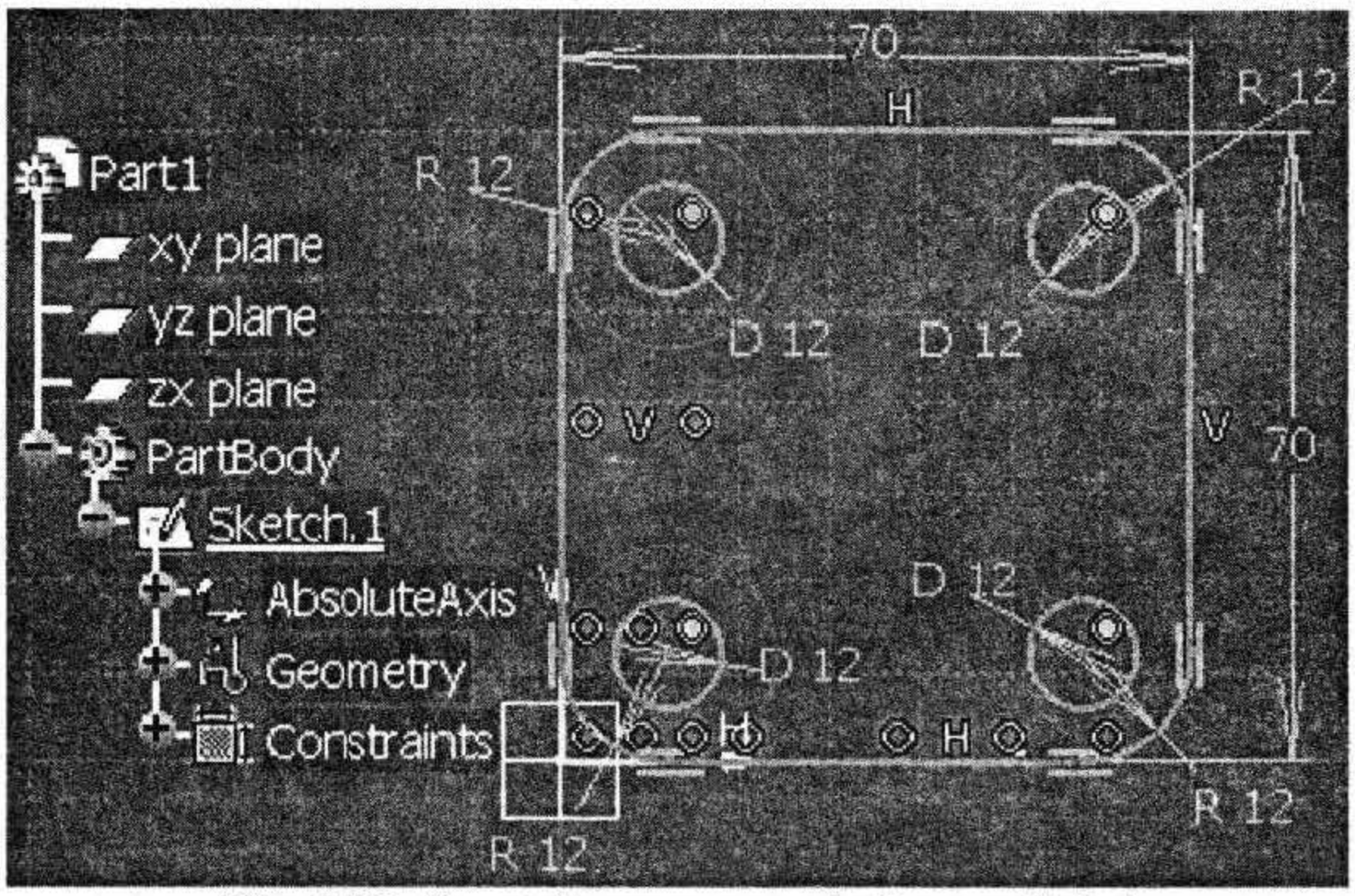


Fig. 2.83. Constrângerea completă a profilului

Astfel, utilizând instrumentul de constrângere *Auto Constraint*, se adaugă în schiță constrângeri de coincidență între centrele cercurilor şi centrele arcelor de racordare, constrângeri de tangență între laturile profilului şi arcele de racordare, constrângeri de orizontalitate şi verticalitate a laturilor profilului etc. Constrângerile dimensionale şi geometrice ale profilului sunt complete în momentul în care, pe ecran, acesta îşi schimbă culoarea din alb în verde deschis. În figura 2.84 este reprezentat corpul tridimensional al piesei, obținut prin extrudare cu ajutorul instrumentului de modelare *Pad* din modulul CATIA Part Design.

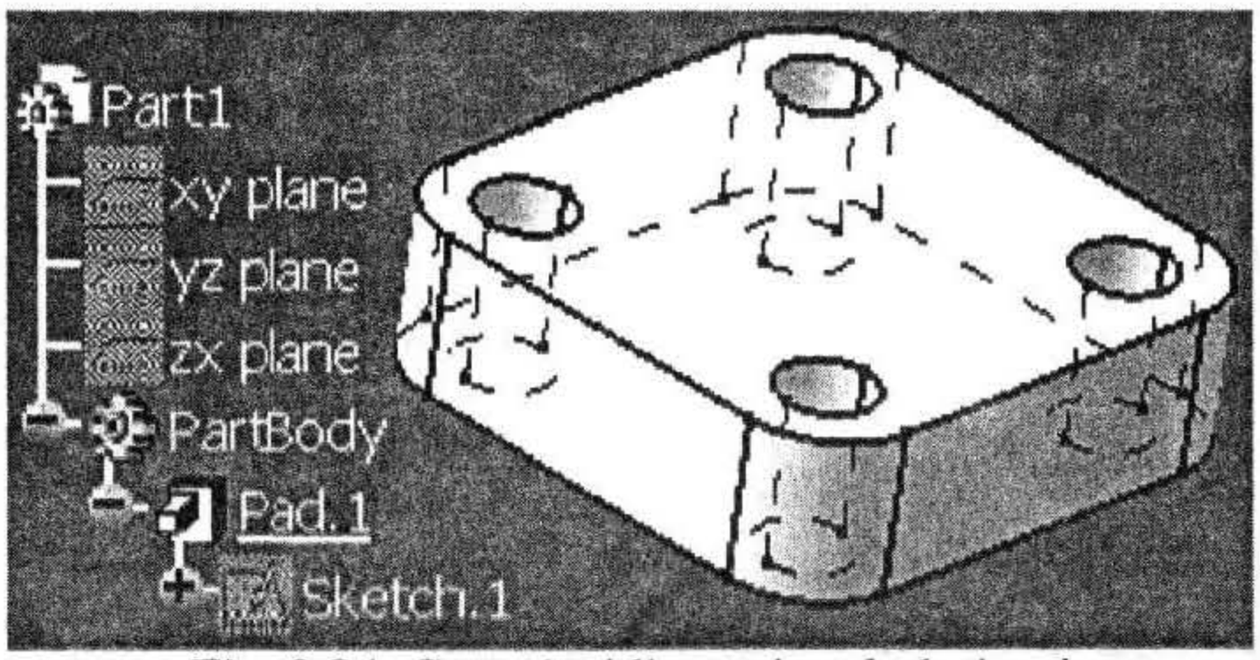


Fig. 2.84. Corpul tridimensional al piesei

2.5.2. Crearea unui profil pentru un corp de revoluție

Corpurile de revoluție se pot modela tridimensional prin mai multe metode, însă, cea mai simplă fiind prin rotirea completă (360^0) a profilului considerat în jurul unei axe de simetrie. Rotirea respectivă se realizează cu ajutorul instrumentului de modelare *Shaft* din modulul CATIA Part Design.

Pentru exemplificare, se utilizează instrumentul de schițare *Profile* şi instrumentul de constrângere *Constraint* şi se trasează, respectiv, se constrânge profilul din figura 2.85.

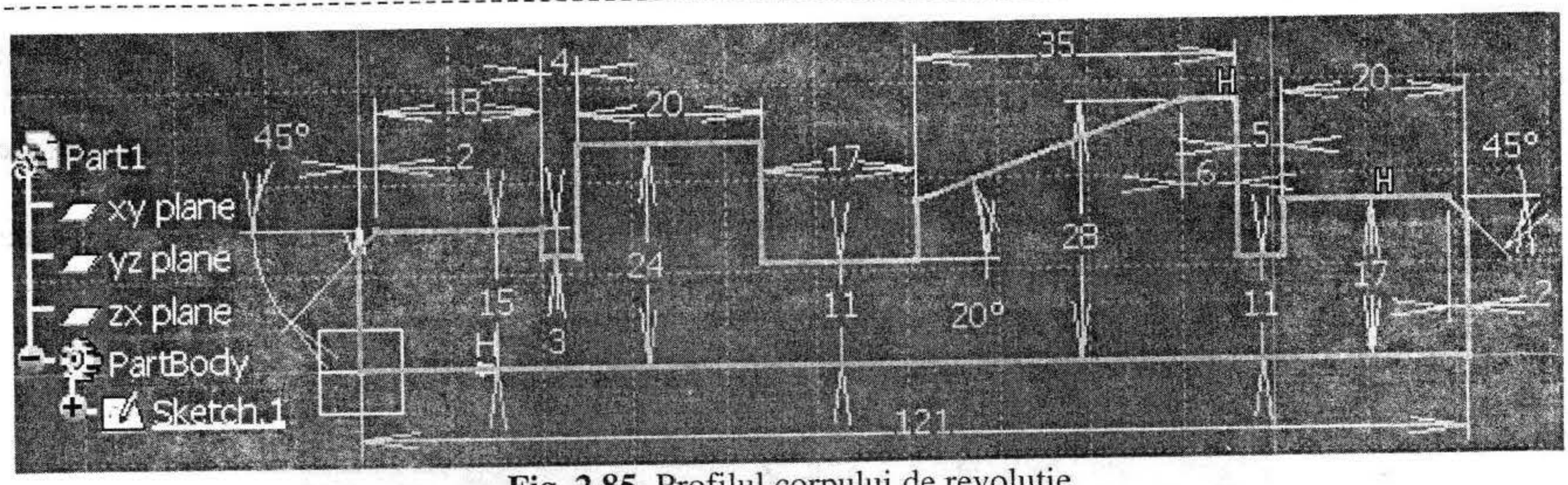


Fig. 2.85. Profilul corpului de revoluție

Se observă că profilul este închis, trasarea sa a început şi s-a încheiat în acelaşi punct. Aceasta s-a obținut în baza condiției impuse de instrumentul de modelare *Shaft*, care nu se poate aplică decât pentru profile închise. O altă condiție este legată de prezența obligatorie în schiță a unei axe, față de care se va roti profilul.

În figura 2.86, schița a fost completată cu o axă orizontală, obținută cu ajutorul instrumentului de schițare *Axis*. Axa respectivă este situată, prin constrângere, la o distanță de 10 mm față de latura orizontală de jos a profilului şi paralelă cu aceasta.

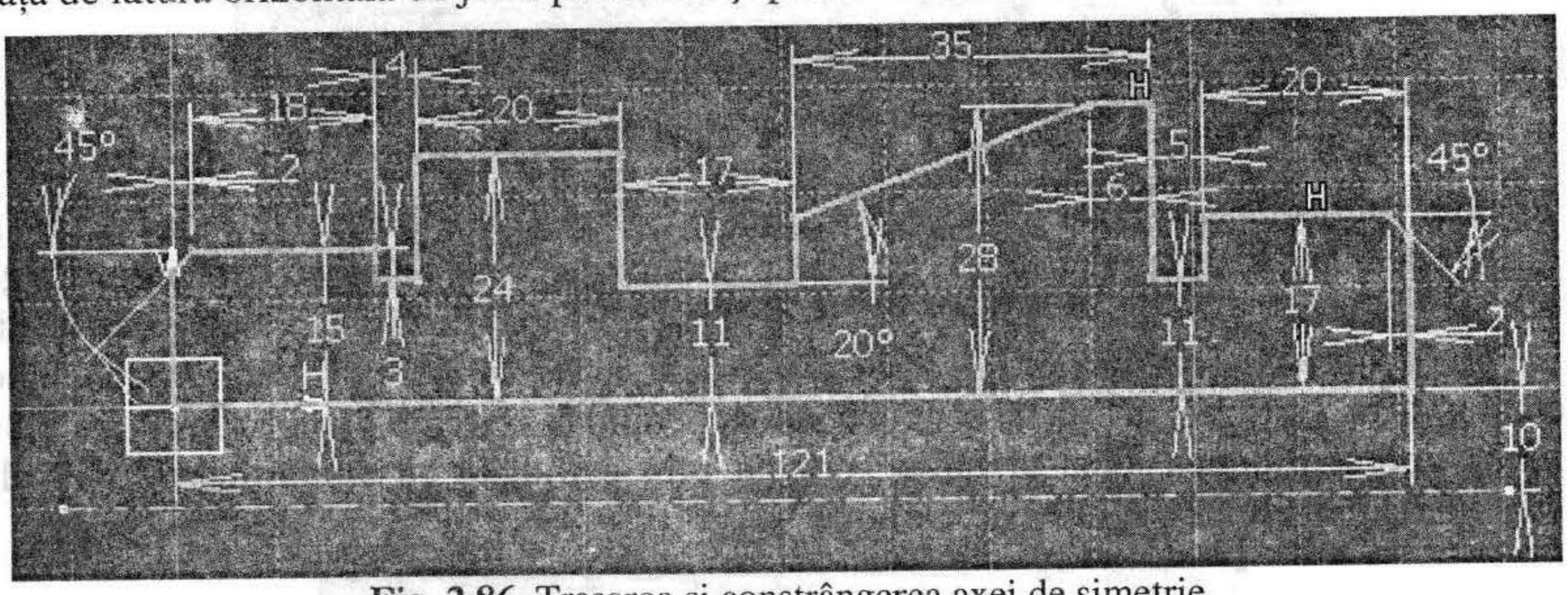


Fig. 2.86. Trasarea şi constrângerea axei de simetrie

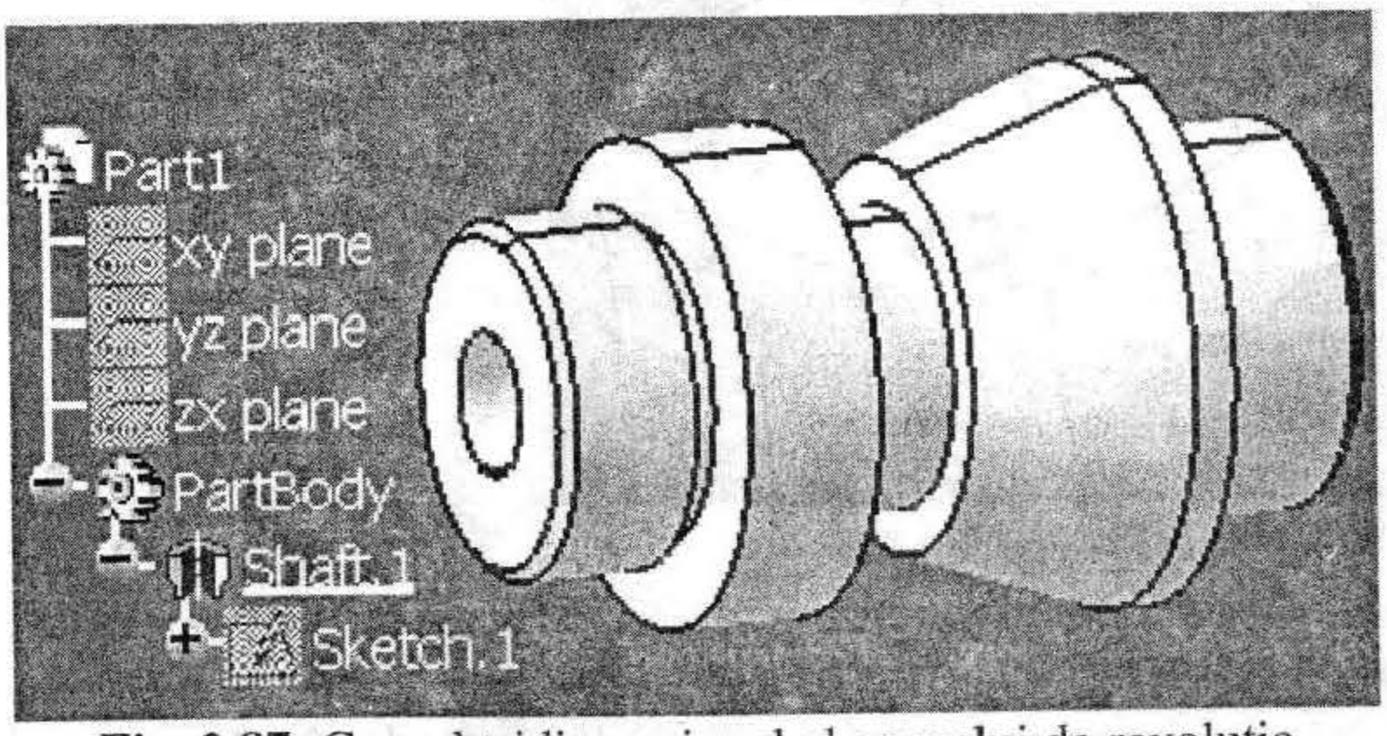


Fig. 2.87. Corpul tridimensional al corpului de revoluție

Înainte de a ieşi din modulul CATIA Sketcher şi a aplica instrumentul de modelare *Shaft*, se recomandă o analiză a schiței, pentru a identifica eventualele erori de constrângere.

În figura 2.87 se prezintă corpul tridimensional al corpului de revoluție, a cărui generatoare este profilul creat mai sus.

Corpul este străbătut de o gaură centrală, definită, ca rază, de poziția axei față de latura orizontală de jos a profilului.

În cazul în care cele două linii coincid (constrângere *Coincidence*), raza găurii devine egală cu zero şi, ca urmare, nu mai este prezentă în interiorul corpului.

2.5.3. Crearea unui profil pentru o piesă de tip capac

În această aplicație se trasează profilul din care, prin extrudare, se obține o piesă de tip capac. Pentru generarea corectă a profilului se recomandă utilizarea câmpurilor de valori disponibile în bara de instrumente *Sketch Tools*. Astfel, se trasează și se constrânge un dreptunghi (*Rectangle*), având laturile de 120 mm, respectiv, de 80 mm, așa cum rezultă din figura 2.88.

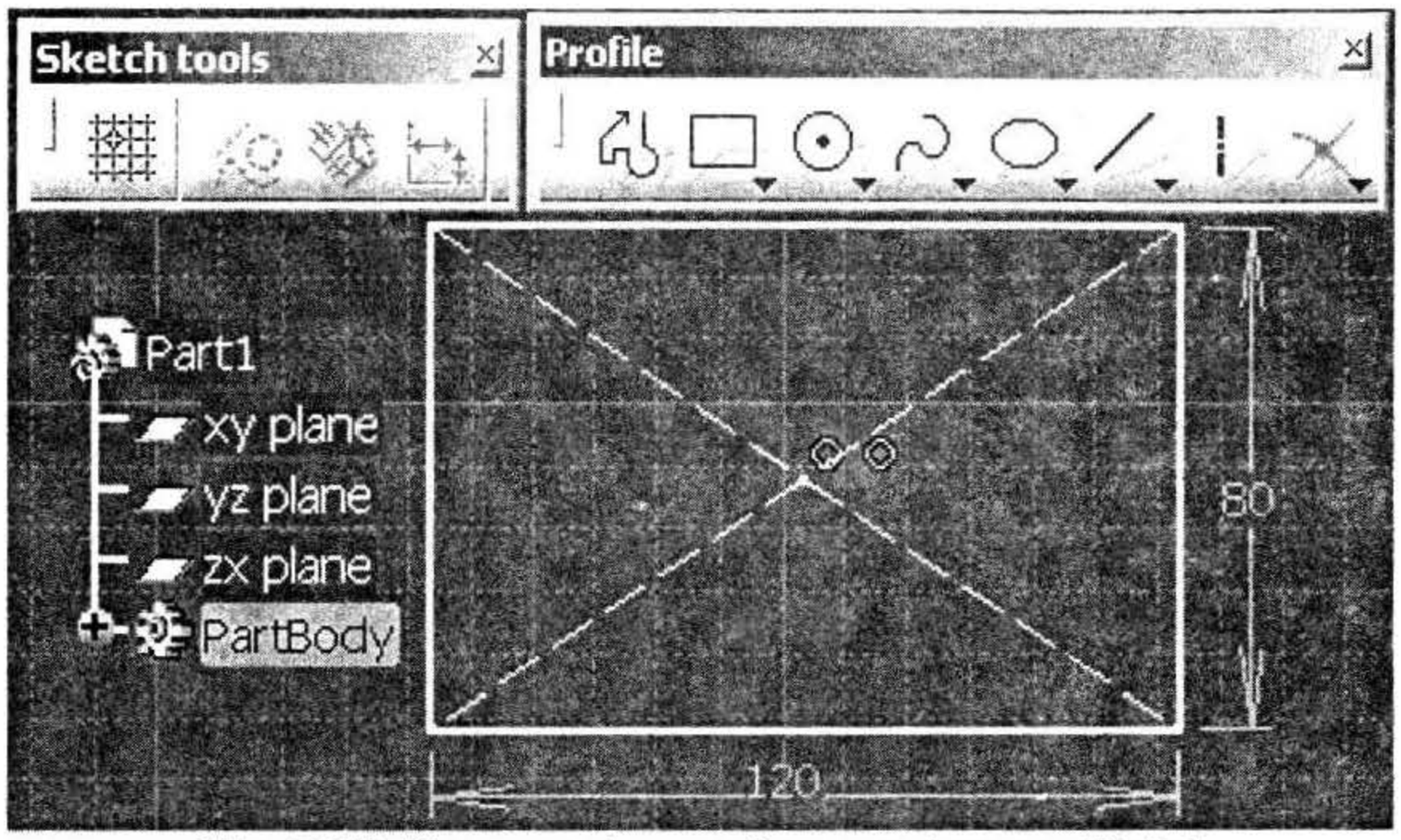


Fig. 2.88. Trasarea şi constrângerea dreptunghiului

Se consideră o construcție ajutătoare, diagonalele dreptunghiului, pentru a determina centrul unui cerc în punctul de intersecție al acestora. Diagonalele se trasează cu instrumentul de schițare ***Line***, având activată pictograma "*Construction/Standard Element*", disponibilă în bara de instrumente *Sketch Tools*. Prin reprezentare grafică, se observă că diagonalele se întâlnesc într-un punct, care nu se poate determina cu exactitate. Astfel, poziția corectă a punctului de intersecție se determină prin utilizarea instrumentului de schițare *Intersection Point*, împreună cu instrumentele ajutătoare în schițare *Geometrical Constraints* şi *Dimensional Constraints*.

Odată determinat punctul de intersecție, diagonalele dreptunghiului îşi pierd utilitatea şi pot fi şterse. În continuare, se trasează un cerc cu centrul în punctul de intersecție stabilit şi având diametrul, prin constrângere, de 100 mm (figura 2.89).

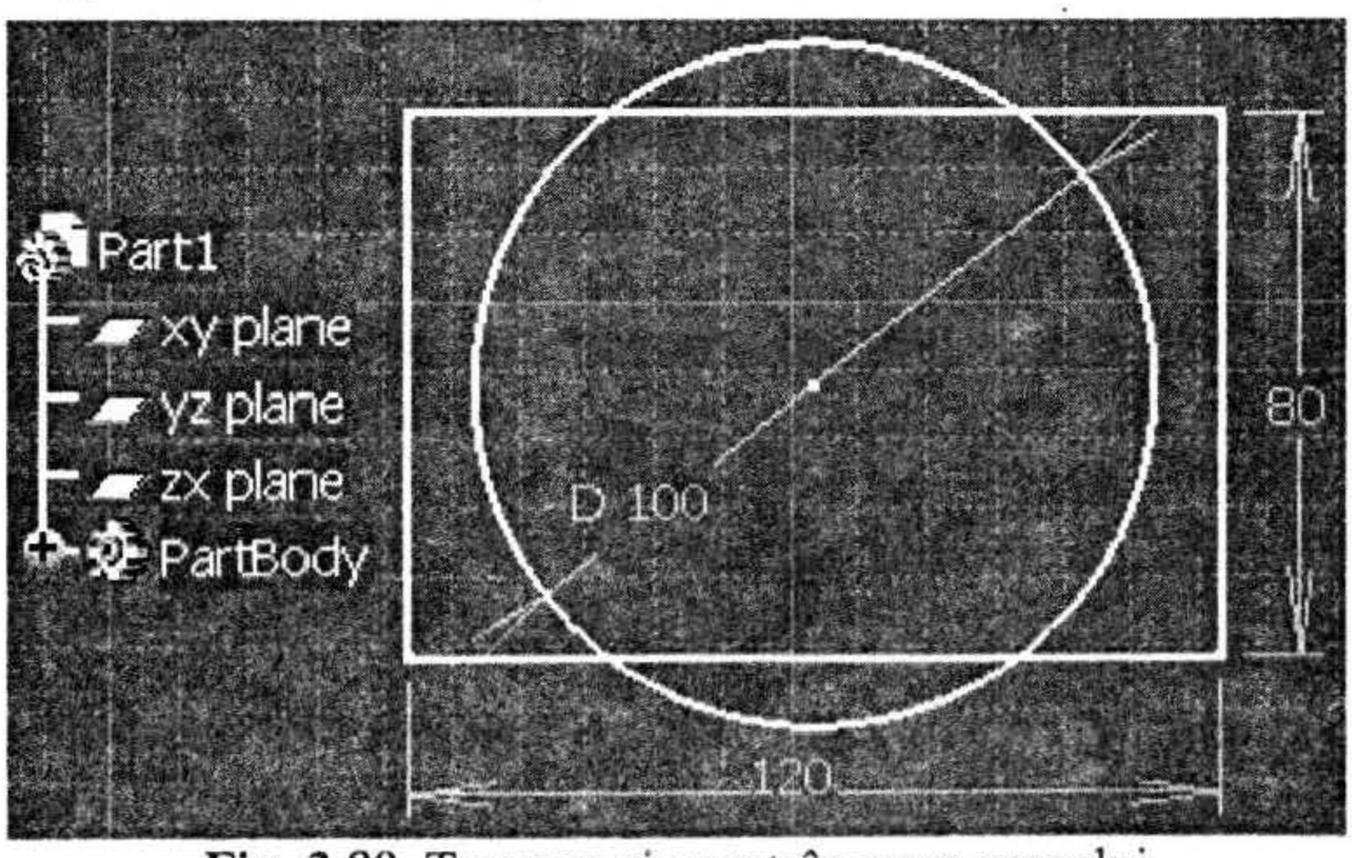


Fig. 2.89. Trasarea şi constrângerea cercului

Cercul intersectează dreptunghiul în patru puncte, rezultând patru sectoare de cerc. Segmentele din laturile dreptunghiului, aflate în interiorul cercului, ca şi sectoarele de cerc aflate în interiorul dreptunghiului, se vor înlătura utilizând instrumentul de schițare *Quick Trim*, din bara *Operations*. Rezultă, astfel, o primă formă a profilului piesei în figura 2.90.

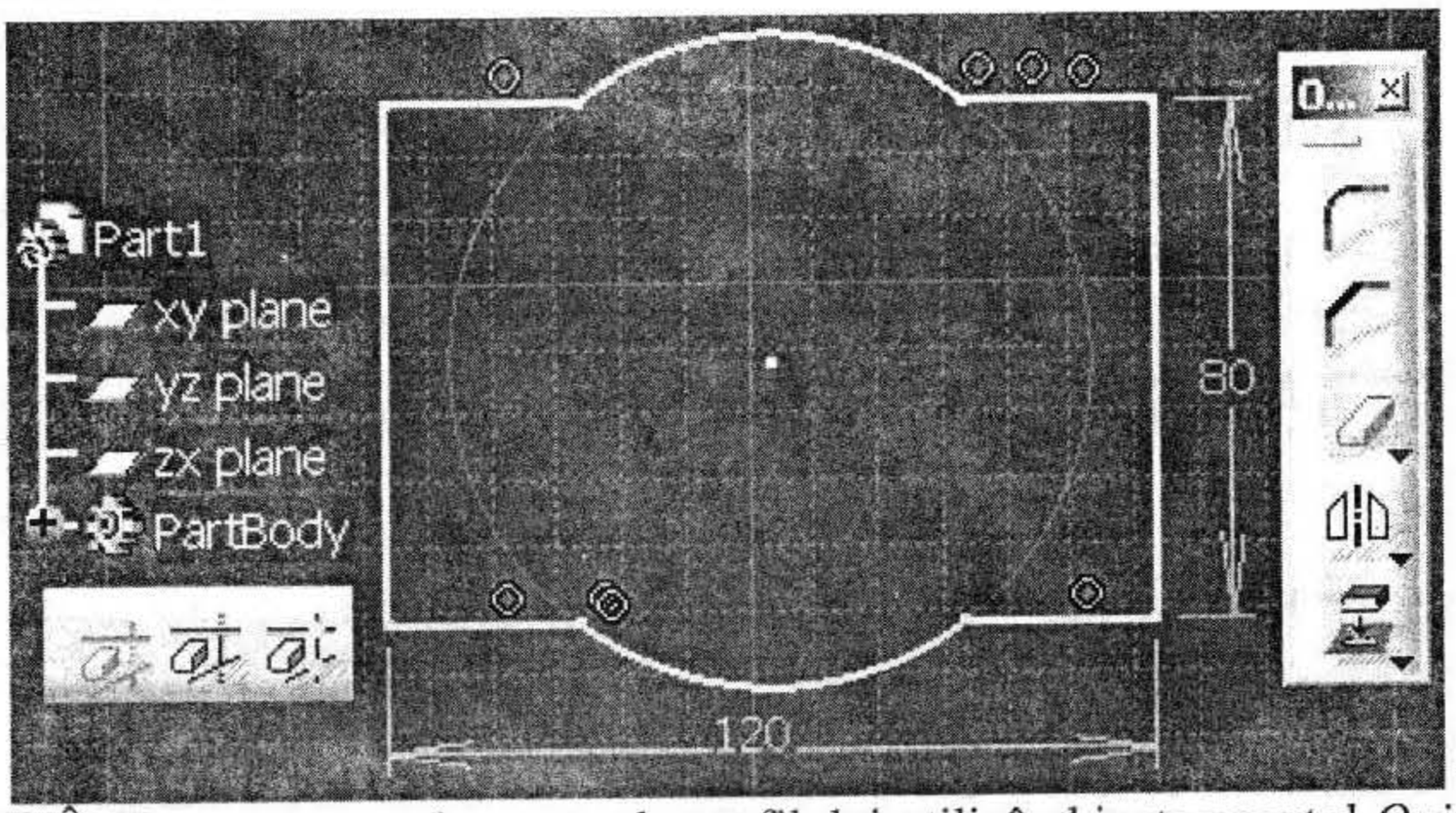


Fig. 2.90. Înlăturarea unor elemente ale profilului utilizând instrumentul *Quick Trim*

Aplicând instrumentul de schițare *Corner* se racordează laturile profilului, folosind metoda *Trim All Elements* pentru a înlătura capetele liniilor între care se creează racordarea. Valoarea razei de racordare se consideră egală cu 12 mm, obținându-se profilul din figura 2.91.

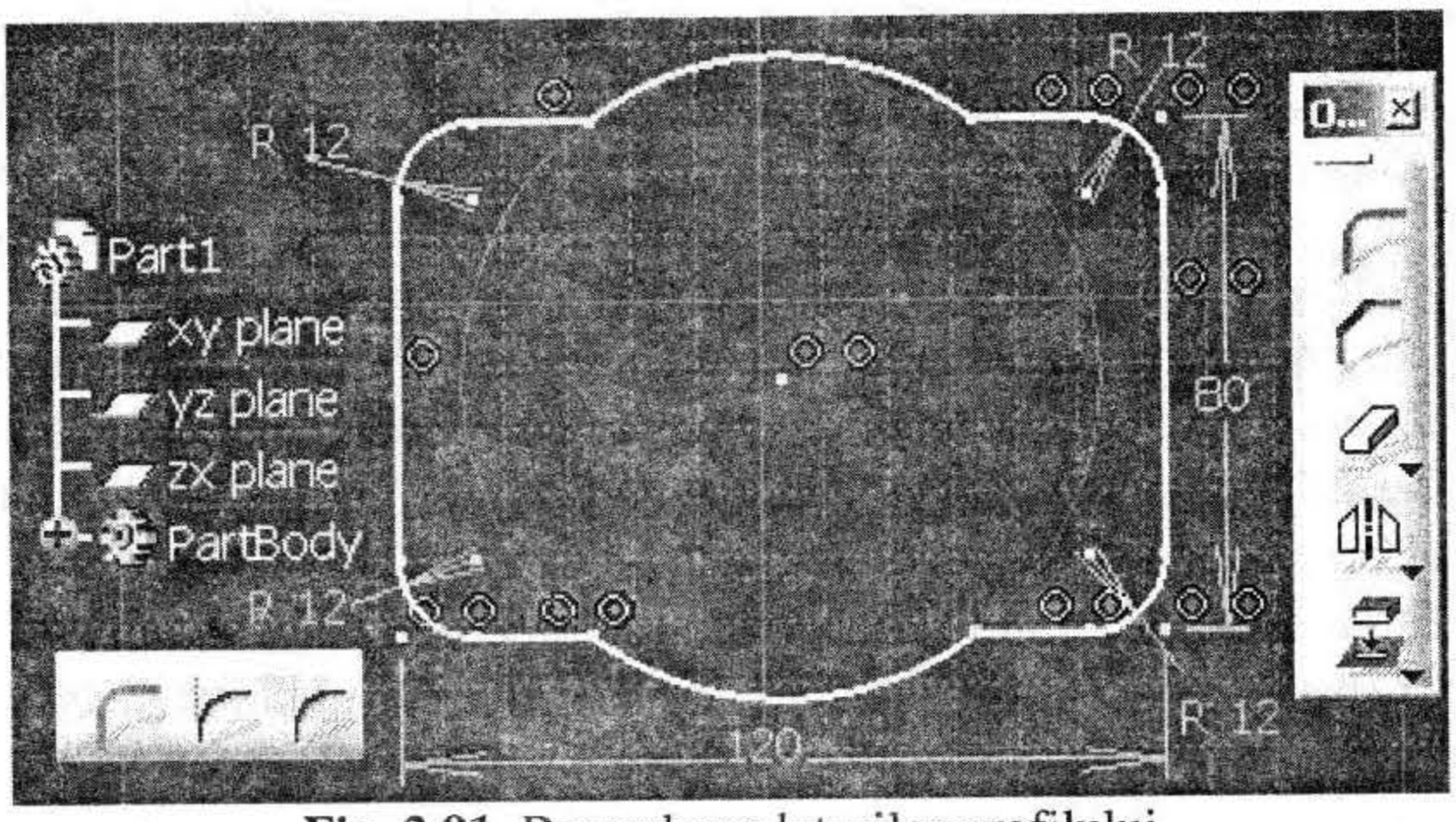


Fig. 2.91. Racordarea laturilor profilului

Pentru a reprezenta cercurile ce definesc găurile de prindere se utilizează o nouă construcție ajutătoare. Astfel, se unește cu o linie punctul de intersecție al diagonalelor dreptunghiului și unul dintre centrele arcelor de cerc ale racordării. Pe linia obținută se inserează un punct aflat la o distanță de 40 mm de punctul de intersecție al diagonalelor.

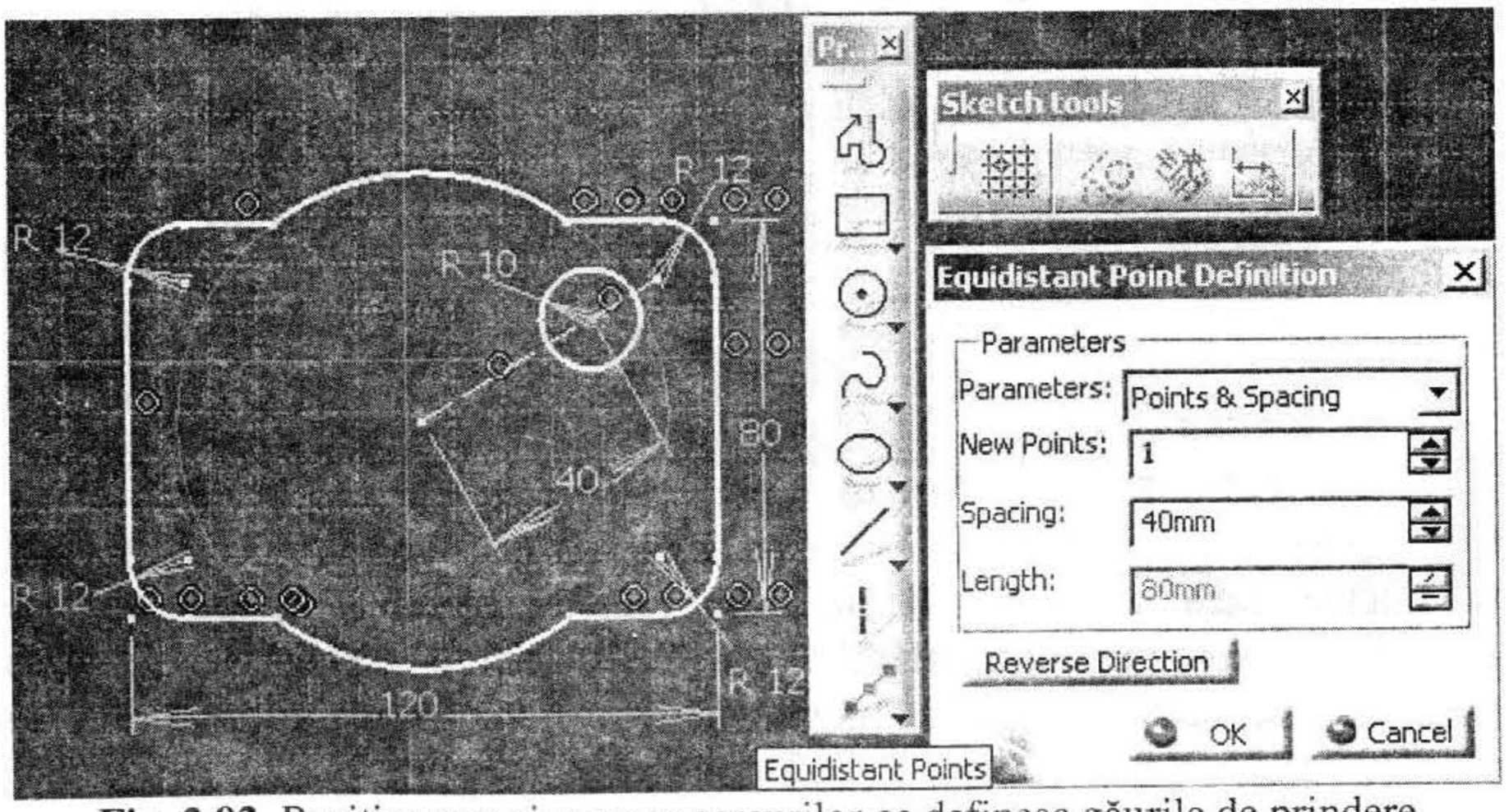


Fig. 2.92. Poziționarea și crearea cercurilor ce definesc găurile de prindere

În figura 2.92 se observă modul de determinare cu exactitate a noului punct, prin utilizarea instrumentului de schițare *Equidistant Points*, împreună cu instrumentele ajutătoare în schițare *Geometrical Constraints* şi *Dimensional Constraints*.

Punctul se determină astfel: s-a apăsat pictograma "*Equidistant Points*", se selectează linia pe care se doreşte inserarea sa, fiind afişată fereastra de dialog "*Equidistant Point Definition*". Pentru a avea acces la opțiunea "*Points & Spacing*" din câmpul "*Parameters*", se selectează şi punctul de intersecție al diagonalelor dreptunghiului. În câmpul "*New Points:*" se introduce valoarea 1, iar în câmpul "*Spacing:*" se introduce o distanță de 40 mm față de punctul selectat anterior.

Având acest punct, se construieşte un cerc cu rază de 10 mm, apoi se repetă operațiile prezentate mai sus pentru a crea şi celelalte trei cercuri. Acestea se pot obține mai simplu şi mai rapid utilizând instrumentul de schițare *Symmetry* şi două axe de simetrie: verticală, respectiv, orizontală (figura 2.93).

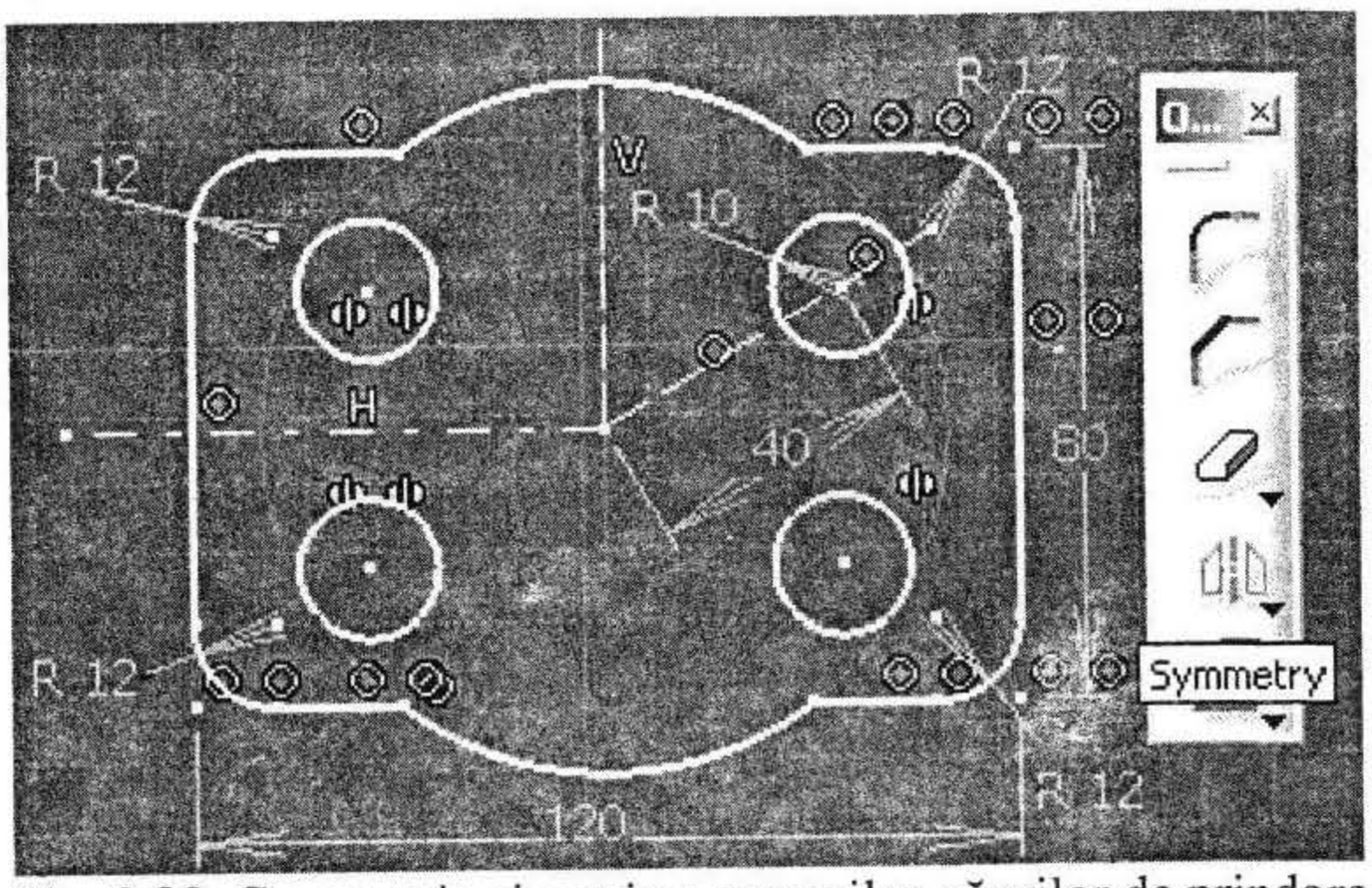


Fig. 2.93. Creare prin simetrie a cercurilor găurilor de prindere

Pe latura din stânga a profilului, în punctul determinat de intersecția între aceasta şi axa de simetrie orizontală, se consideră centrul unui cerc constrâns la diametrul de 50 mm, aşa cum rezultă din figura 2.94.

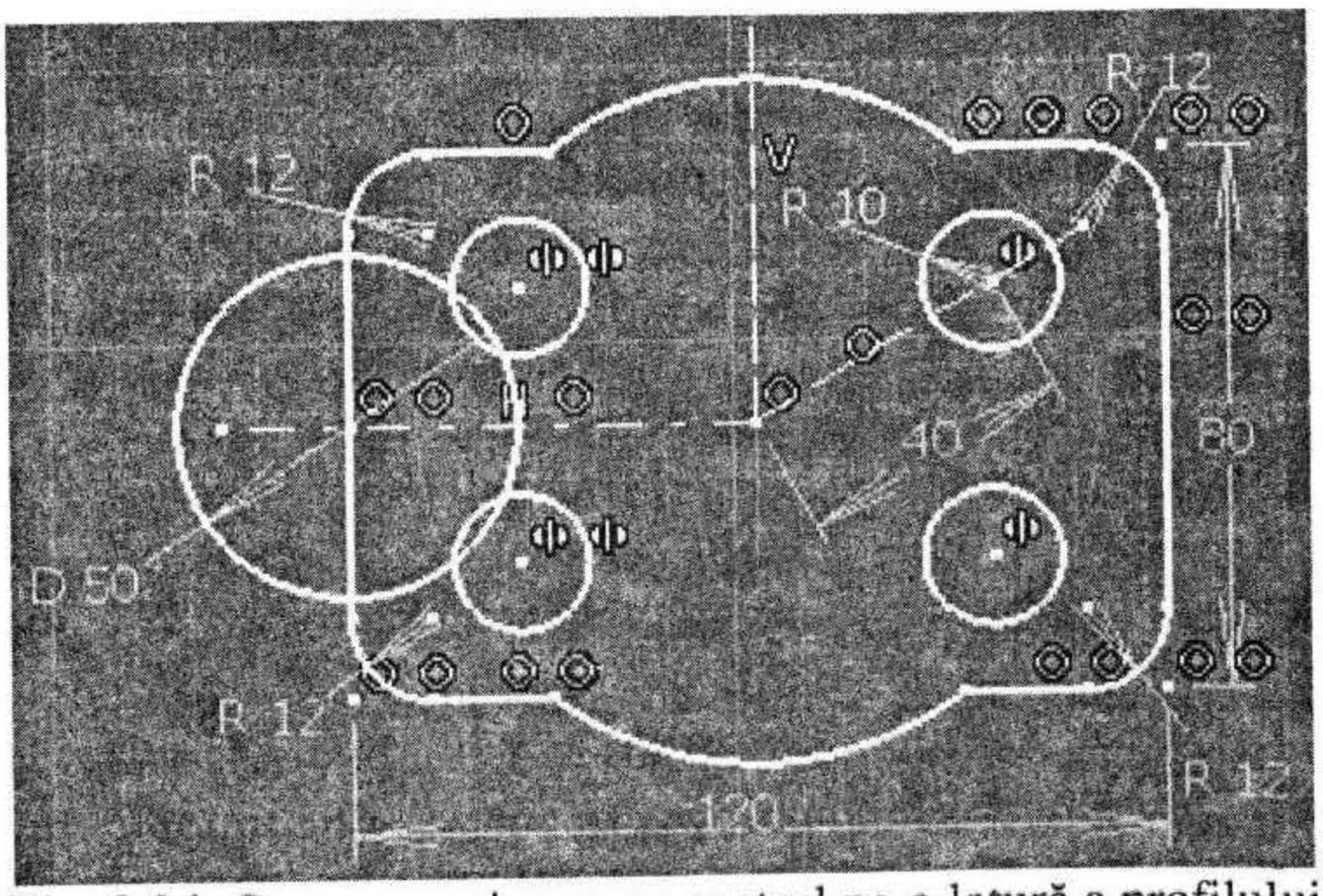


Fig. 2.94. Crearea unui cerc cu centrul pe o latură a profilului

Utilizând instrumentul de schițare *Quick Trim* se înlătură segmentul din latura dreptunghiului, aflat în interiorul cercului, ca şi sectoarele de cerc aflate în interiorul dreptunghiului. Se trasează, apoi, un cerc concentric cu cel anterior, constrâns la un diametru de 25 mm.

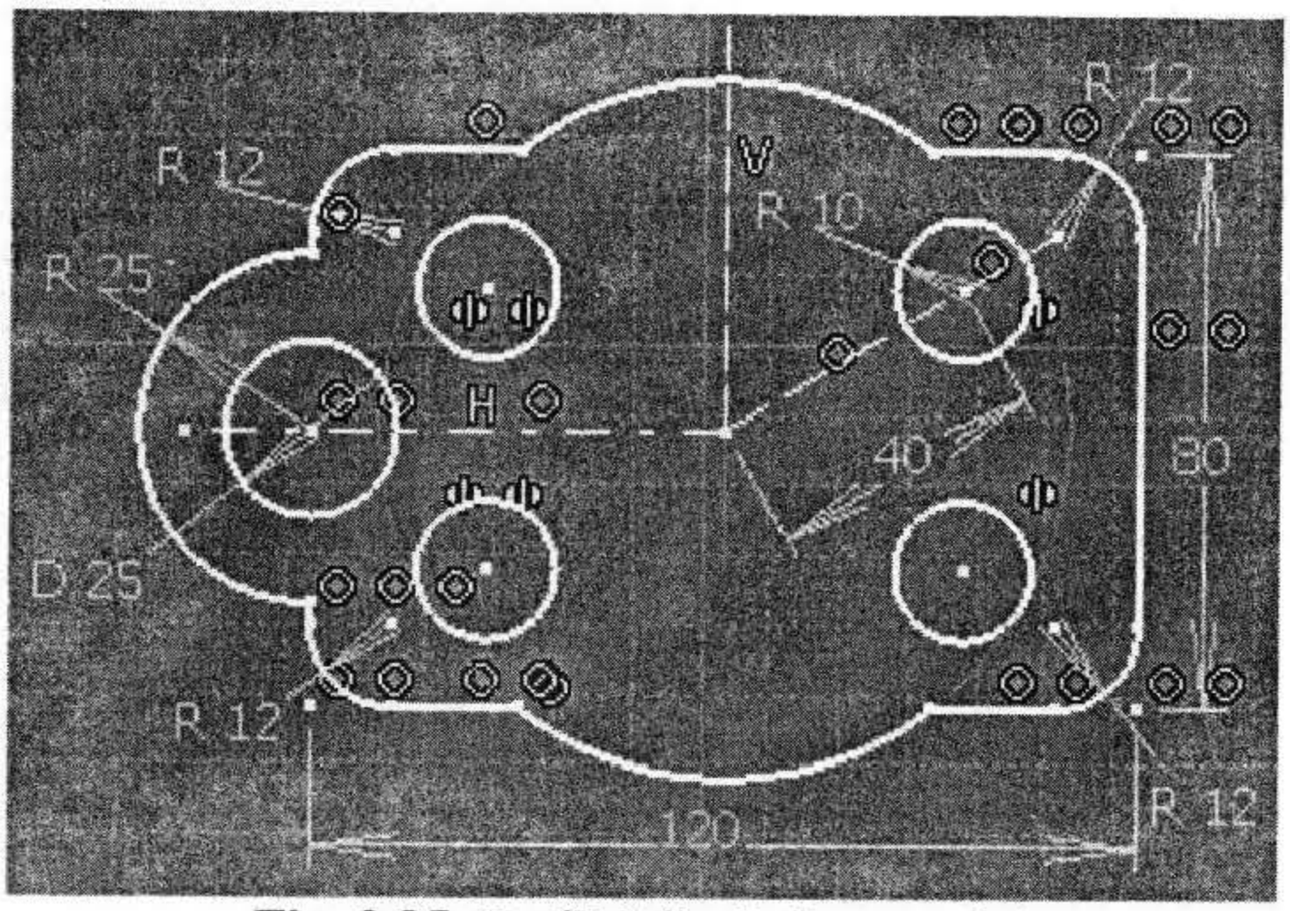


Fig. 2.95. Profilul final al capacului

În figura 2.95 este reprezentat profilul final al piesei de tip capac. Utilizând instrumentul de constrângere *Auto Constraint* se adaugă în schiță toate celelalte constrângeri necesare unei definiri cât mai complete a profilului piesei.

În figura 2.96 este prezentat corpul tridimensional al piesei, obținut prin extrudare (10 mm) cu ajutorul instrumentului de modelare *Pad*, din modulul CATIA Part Design.

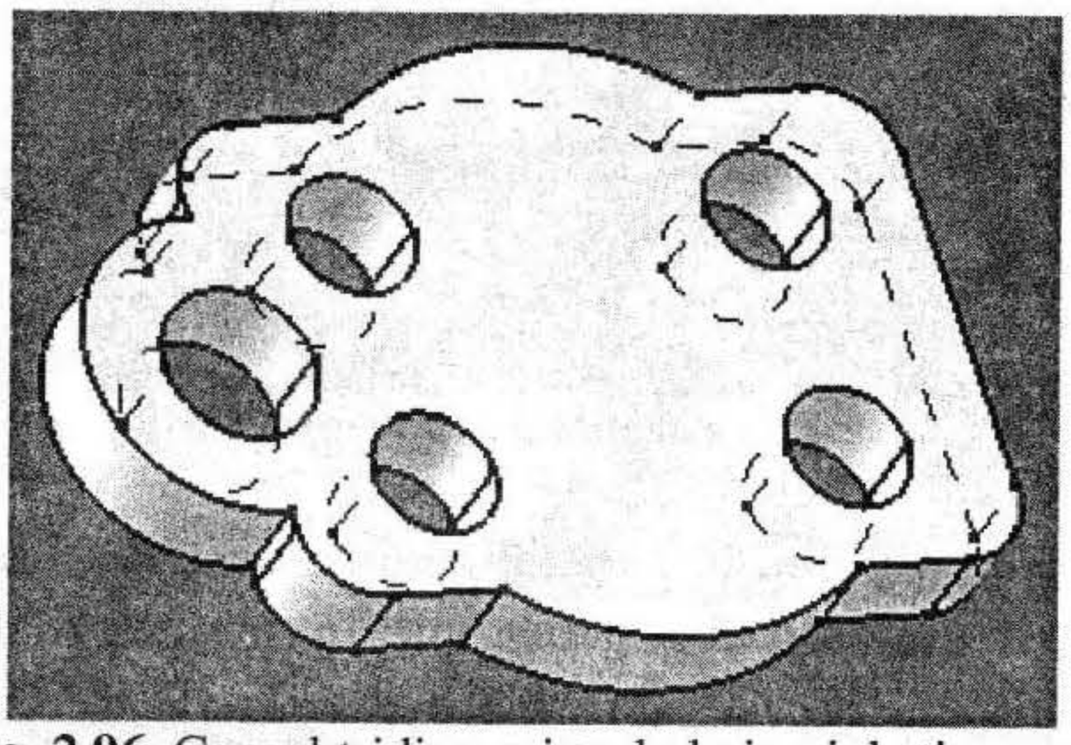


Fig. 2.96. Corpul tridimensional al piesei de tip capac

Corpul tridimensional al piesei poate fi modificat în orice moment prin accesarea și editarea schiței sale din arborele de specificații. Schimbarea valorilor constrângerilor considerate în această aplicație are ca efect modificarea schiței și, implicit, a corpului tridimensional. Pentru o editare complexă a acestui corp se recomandă utilizarea modulului CATIA Part Design (adăugarea de noi găuri simple sau filetate, teșituri, racordări etc.).

Capitolul 3. MODULUL CATIA PART DESIGN

3.1. Introducere

Versiunea 5 a modulului CATIA Part Design face posibilă proiectarea 3D a pieselor mecanice, sprijinind utilizatorul, cu o interfață intuitivă şi flexibilă, de la reprezentarea unei schițe, până la concepția interactivă de produs.

Modulul CATIA Part Design oferă un mediu de lucru foarte productiv în concepția produselor mecanice, fiind, în general, baza celorlalte module ale programului CATIA. Fiecare piesă proiectată cu ajutorul modulului CATIA Part Design conține un număr de parametri, utilizați atât în cadrul său, cât şi în modul CATIA Knowledge Advisor, pentru parametrizarea şi crearea automată a familiilor de piese, a dependențelor între piesele unui ansamblu etc.

Acest capitol prezintă aspecte teoretice şi aplicații referitoare la posibilele soluții de adoptat în proiectarea pieselor mecanice cu ajutorul modulului CATIA Part Design.

3.2. Interfața modulului CATIA Part Design

Modulul CATIA Part Design poate fi accesat în două moduri, şi anume: din meniul *Start* ([Start] -> [Mechanical Design] -> [Part Design]), aşa cum este reprezentat în figura 3.1 sau din meniul *File* ([File] -> [New] -> Part), figura 3.2.

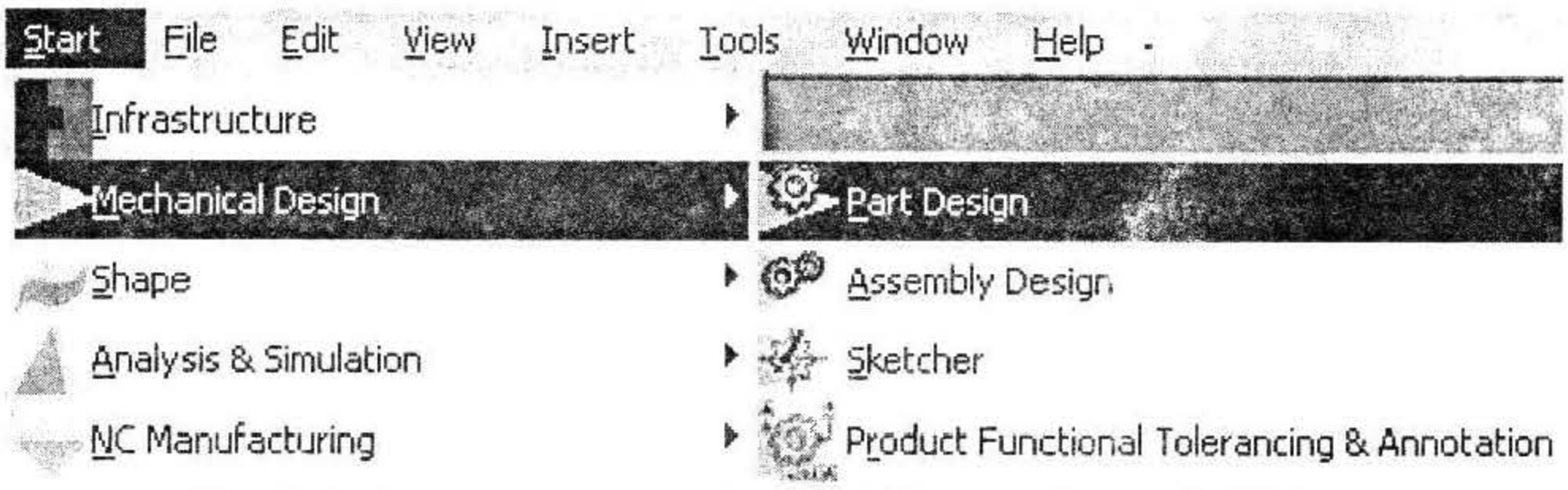


Fig. 3.1. Accesarea modulului Part Design din meniul [Start]

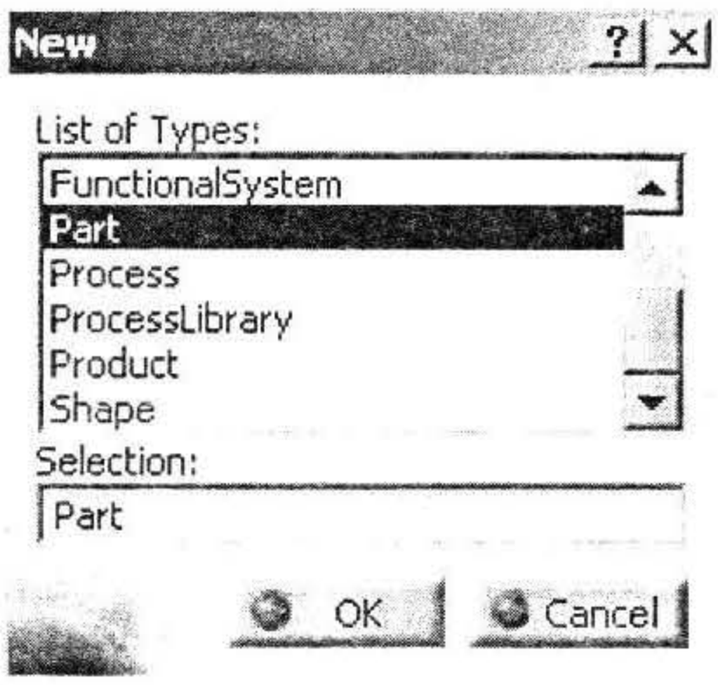


Fig. 3.2. Accesarea modulului Part Design din meniul [File]

Interfața modulului CATIA Part Design este uşor de înțeles şi utilizat, fiind compusă dintr-o zonă de lucru în care se află arborele de specificații cu toate elementele piesei şi o reprezentare tridimensională a acesteia.

De asemenea, din interfață mai fac parte bara de meniuri, situată în partea de sus a ecranului, instrumentele de modelare, în partea din dreapta şi diferite opțiuni de manipulare a corpului 3D, în partea de jos a ecranului.

Pentru exemplificare, în figura 3.3 este reprezentată interfața modulului, se observă şi corpul tridimensional al unei piese.

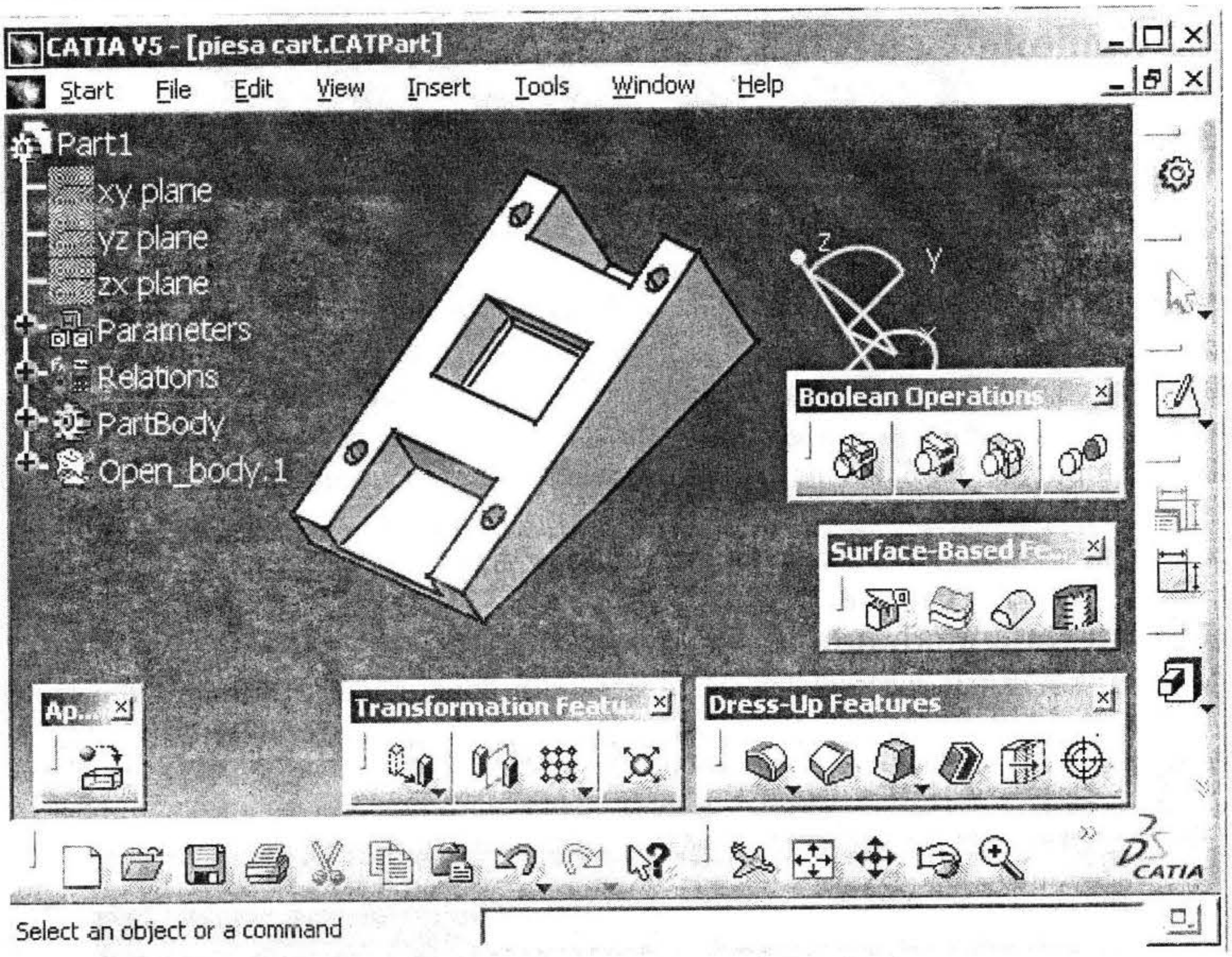


Fig. 3.3. Interfața modulului CATIA Part Design

Instrumentele de modelare, reprezentate în interfață prin pictograme, pot fi accesate și din meniul [Insert] (figura 3.4).

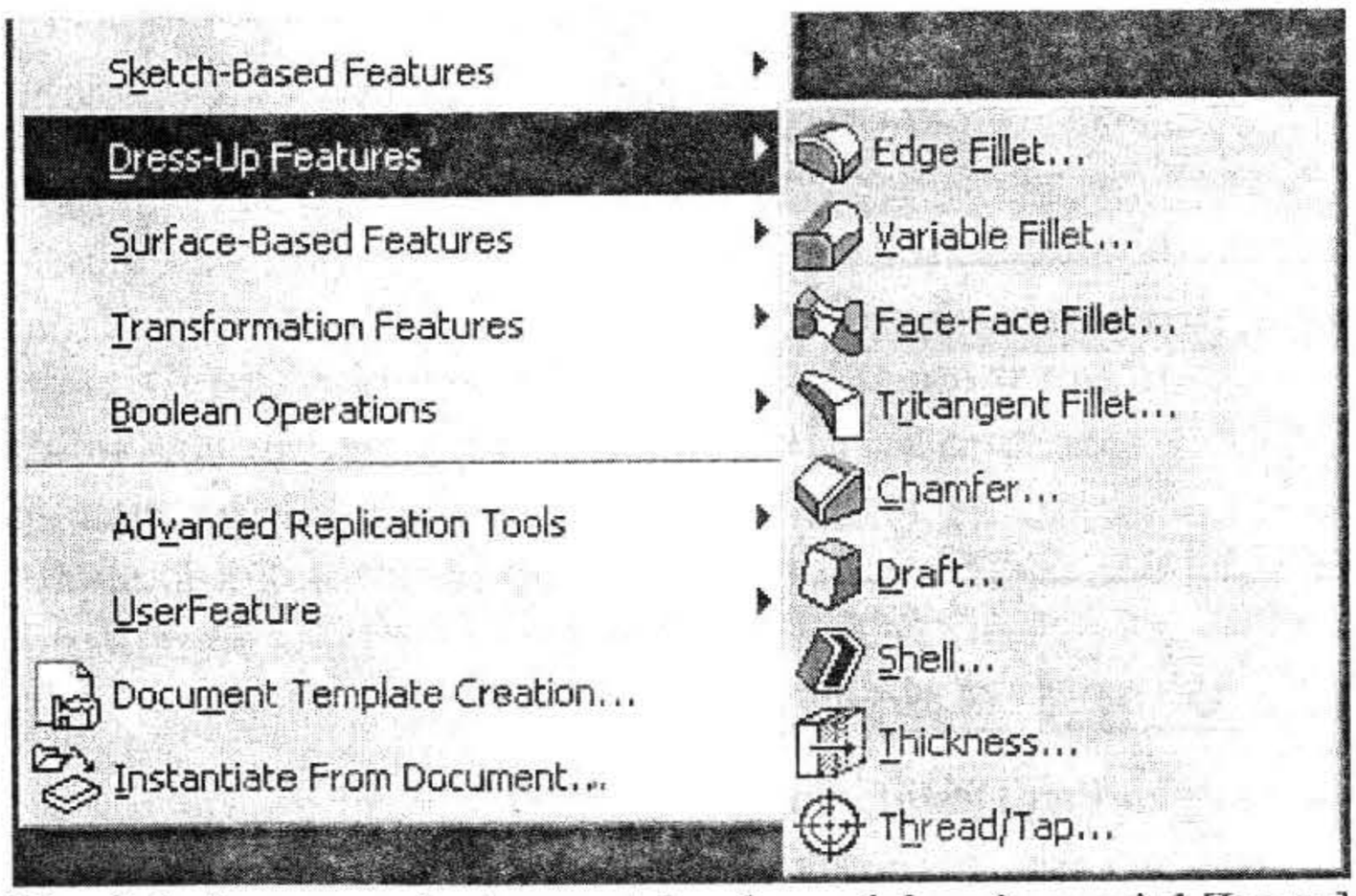


Fig. 3.4. Accesarea instrumentelor de modelare în meniul [Insert]

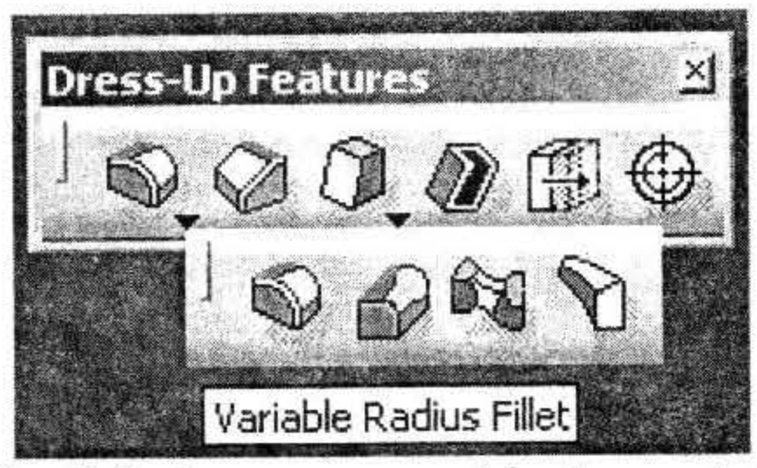


Fig. 3.5. Accesarea unui instrument de modelare din familia *Fillet*

Această accesare se dovedește utilă când în interfață nu pot fi reprezentate toate barele de instrumente sau când utilizatorul nu găsește instrumentul de modelare dorit, iar acesta face parte dintr-o familie (spre exemplu, instrumentul *Face-Face Fillet* este parte din familia *Fillet*), așa cum se observă în figura 3.5.

Din arborele de specificații (reprezentat în figura 3.3) rezultă etapele în care este concepută piesa. Aceasta este constituită din mai multe elemente (*Pad.1*, *Pocket.1* etc.) și operații cu acestea (*Translate.1*, *RecPattern.1* etc.). În general, o piesă este modelată pornind de la o schiță constrânsă, din care se obține un corp tridimensional, prin extrudare sau revoluție, la care se aplică ulterior diferite operații, precum: translații, rotații, operații booleene, scalări etc., până se realizează reprezentarea 3D completă a piesei.

3.3. Bare de instrumente pentru modelare

CATIA pune la dispoziția utilizatorului următoarele bare de instrumente utilizate în modelare: *Sketch-Based Features*, *Dress-Up Features*, *Surface-Based Features*, *Transformation Features* şi *Boolean Operations* (figura 3.6).

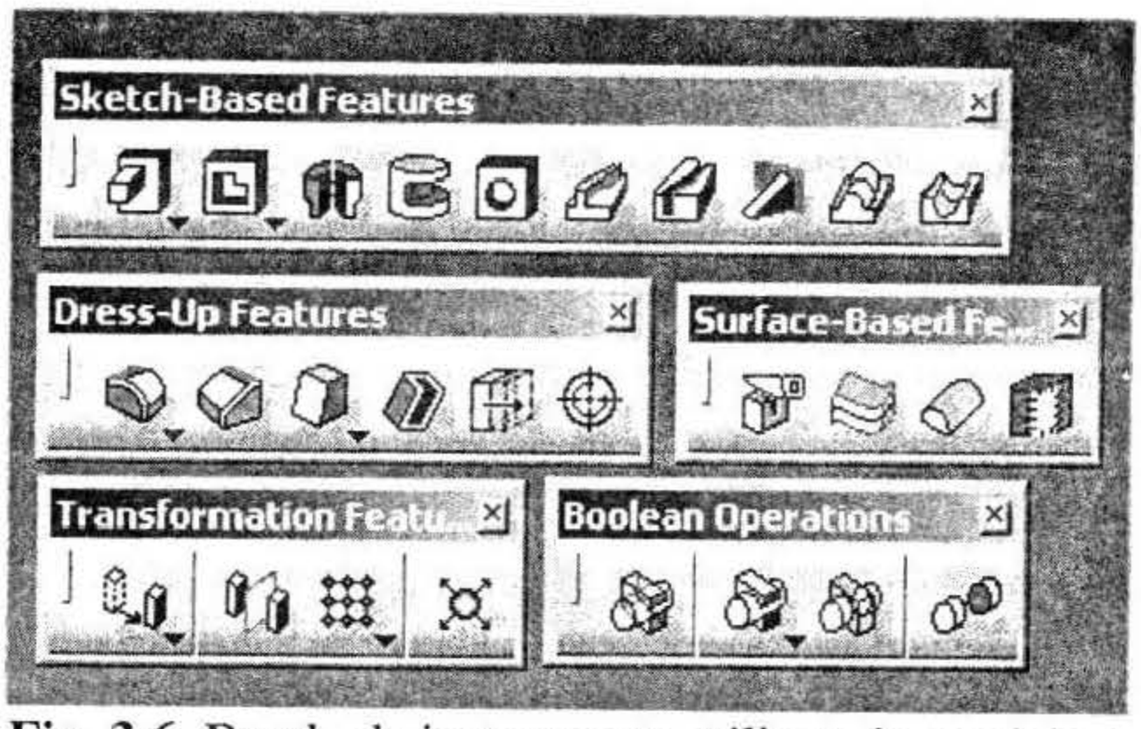


Fig. 3.6. Barele de instrumente utilizate în modelare

Cu ajutorul acestor instrumente de modelare, utilizatorul creează, modifică sau transformă corpul tridimensional al piesei aflate în lucru.

3.3.1. Bara de instrumente Sketch-Based Features

Această bară conține instrumentele de modelare: *Pads* (*Pad*, *Draft Filleted Pad* şi *Multi-Pad*), *Pockets* (*Pocket*, *Draft Filleted Pocket* şi *Multi-Pocket*) *Shaft*, *Groove*, *Hole*, *Rib*, *Slot*, *Stiffener*, *Loft* şi *Removed Loft*.

Bara respectivă este disponibilă, atât în format extins cât şi compact, iar instrumentele sale sunt accesibile şi din meniul [Insert] -> [Sketch-Based Features]. Pentru a selecta modul de vizualizare, se accesează meniul [View] -> [Toolbars] -> [Sketch-Based Features]. Accesarea instrumentelor direct din interfață este recomandată utilizatorilor cu experiență, care recunosc instrumentele de modelare după pictogramele acestora.

3.3.1.1. Instrumentul de modelare Pad

Crearea unui *Pad* presupune extrudarea unui profil (denumit şi schiță) pe una sau pe două direcții. *Pad*-ul este unul dintre primele elemente care pot fi create când se începe modelarea unui obiect. Utilizatorul alege limitele şi direcția de extrudare în funcție de dimensiunea de gabarit a piesei pe care doreşte să o obțină.

Prima etapă constă în crearea profilului, acest lucru realizându-se cu ajutorul modulului CATIA Sketcher. Forma profilului poate fi una oarecare, dar, în cazul particular prezentat în continuare, este formată din 5 linii drepte şi 2 curbe, aşa cum rezultă din figura 3.7.

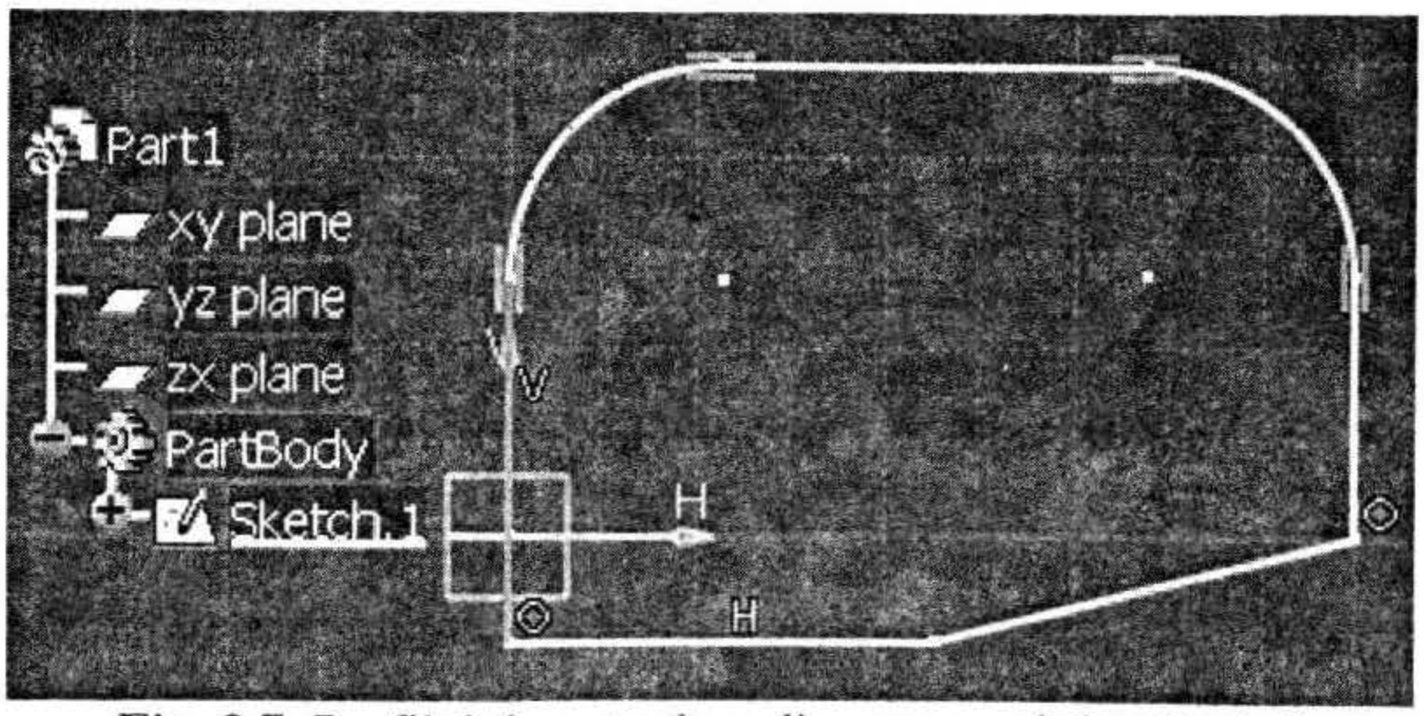


Fig. 3.7. Profilul de extrudare din care se obține *Pad*-ul

În figura 3.7 arborele de specificaţii conţine elementul *Sketch.1*, acesta fiind numele pe care CATIA îl atribuie în mod predefinit profilului. Evident, acest nume poate fi schimbat de către utilizator, cu altul mai sugestiv. De fiecare dată când acesta doreşte modificarea formei profilului, este suficient să execute un dublu-click pe numele respectiv, lansând în execuţie modulul CATIA Sketcher.

Având profilul desenat în contur închis, se efectuează extrudarea sa, utilizând pictograma "*Pad*", aflată în bara de instrumente *Sketch-Based Features*. Astfel, selectând profilul *Sketch.1* şi apăsând pe pictograma "*Pad*" se afişează fereastra de dialog "*Pad Definition*". Pentru a extruda profilul în ambele direcţii (în oglindă, cu aceeaşi valoare) se bifează opţiunea "*Mirrored extent*". În figura 3.8 se observă că extrudarea este de tip "*Dimension*", valoarea este 20 mm, iar profilul extrudat se numeşte *Sketch.1*.

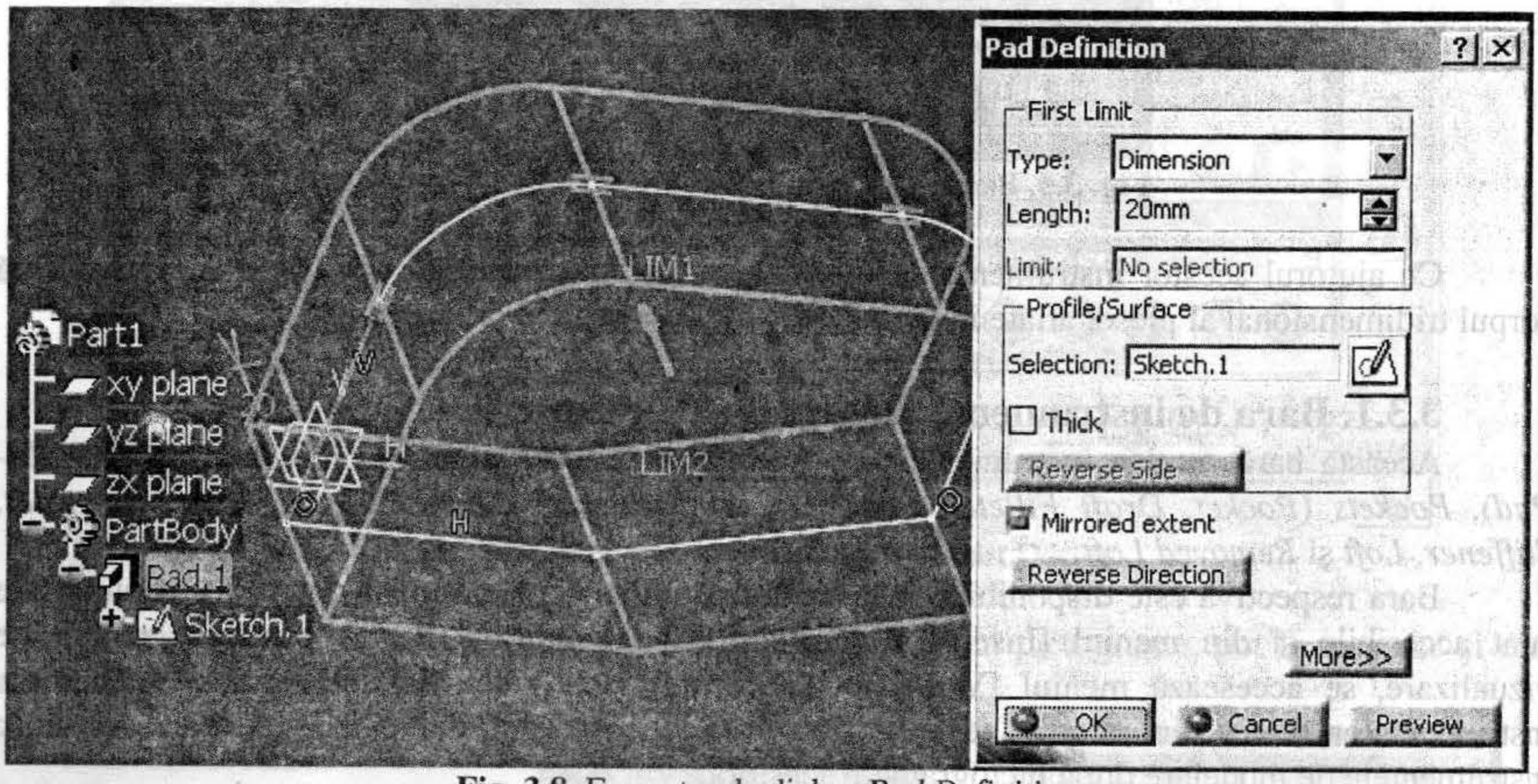


Fig. 3.8. Fereastra de dialog *Pad Definition*

La apăsarea butonului [Preview] se obţine o reprezentare preliminară a corpului, ce asistă utilizatorul în luarea unei decizii de a continua sau nu extrudarea. Este suficientă apăsarea butonului [OK] pentru ca profilul să fie extrudat, obţinându-se deja primul corp (*Pad.1*) care include profilul de definiţie (*Sketch.1*), fiind adăugat în arborele de specificaţii, aşa cum se observă în figura 3.9.

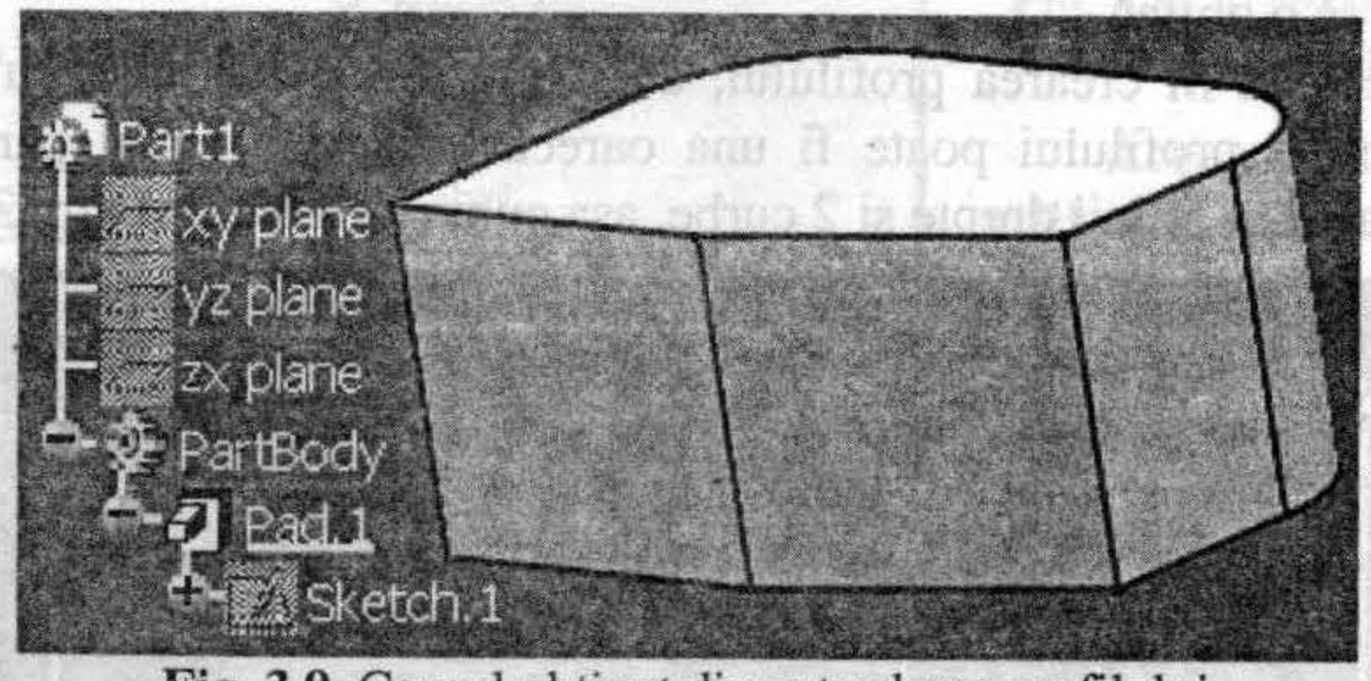


Fig. 3.9. Corpul obţinut din extrudarea profilului

"*Dimension*" este cel mai simplu şi uşor de înţeles tip de extrudare ce poate fi aplicat unui profil. Totuşi, în lista "*Type*" a ferestrei de dialog "*Pad Definition*" există şi alte tipuri de extrudări, şi anume: "*Up to next*", "*Up to last*", "*Up to plane*" şi "*Up to surface*". Astfel, profilul va fi extrudat până întâlneşte un element de tip plan sau suprafaţă.

Se consideră exemplul în care extrudarea se face din planul în care se află profilul până când se întâlneşte prima suprafaţă (*Up to next*). Astfel, se desenează corpul din figura 3.10, deasupra căruia, într-un alt plan (*Plane.1*), se află un profil în formă de cerc (*Sketch.2*). Se doreşte extrudarea acestui cerc până la contactul cu suprafaţa plană a corpului *Pad.1*.

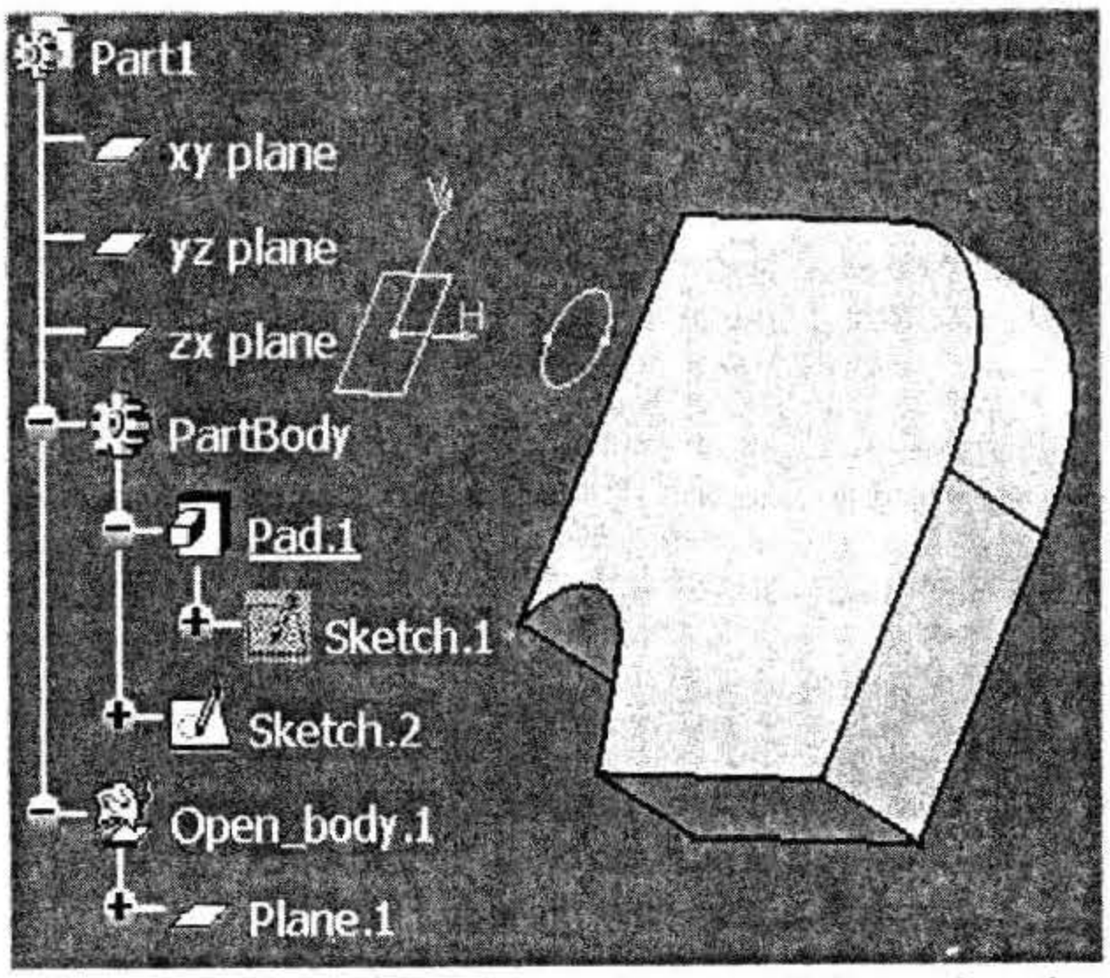


Fig. 3.10. Crearea unui alt profil într-un plan paralel cu planul corpului *Pad.1*

Dacă se selectează profilul *Sketch.2* şi se apasă pe pictograma "*Pad*", se afişează fereastra de dialog "*Pad Definition*". În lista "*Type*" se alege tipul de extrudare "*Up to next*" şi se schimbă, dacă este cazul, sensul în care aceasta are loc (butonul [Reverse Direction]), având rezultatul prezentat în figura 3.11.

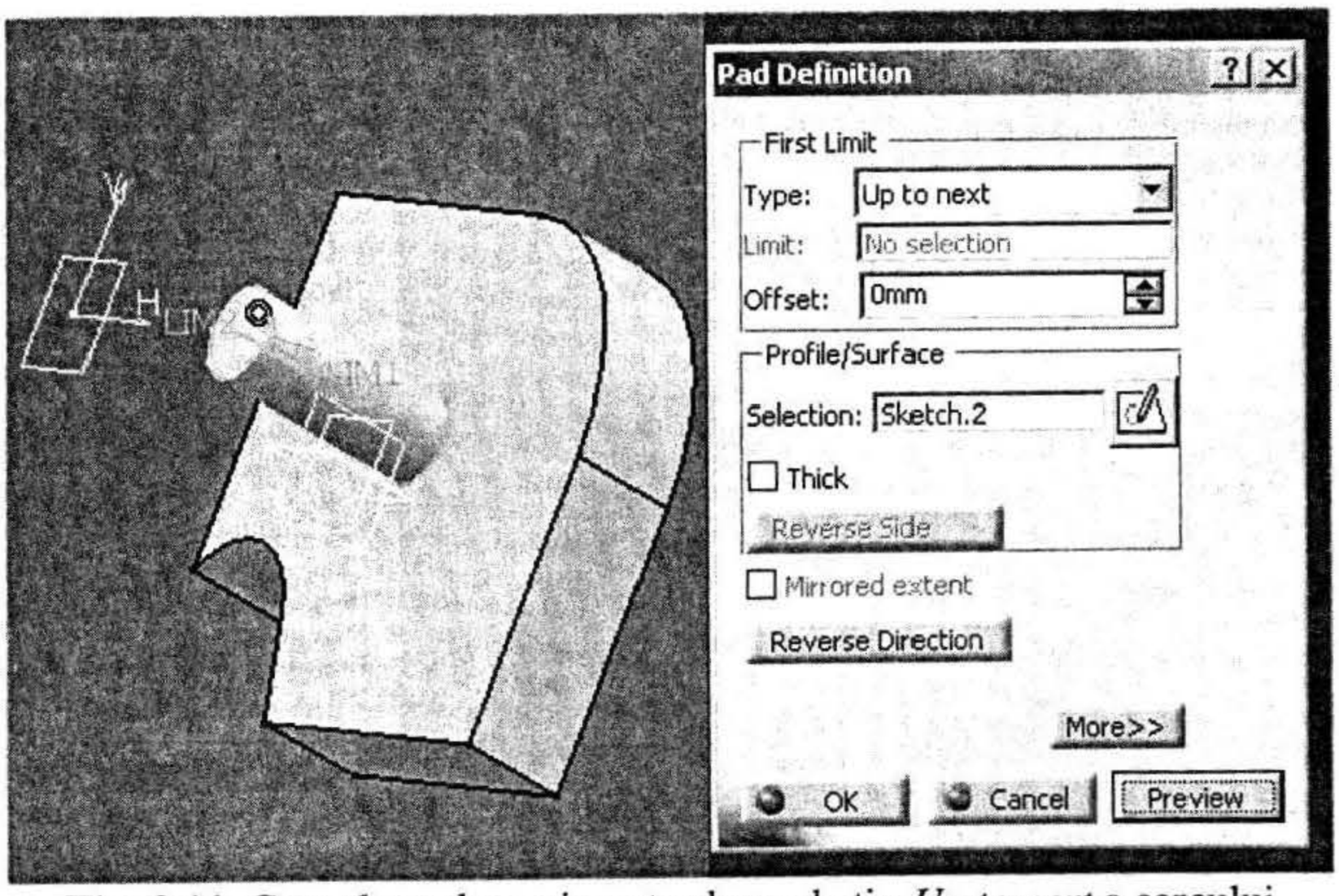


Fig. 3.11. Corpul rezultat prin extrudarea de tip *Up to next* a cercului

Tipul de extrudare "*Up to last*" este asemănător cu cel prezentat anterior, numai că extrudarea profilului *Sketch.2* se va face până la suprafaţa celui de-al doilea corp (*Pad.2*), construit într-un plan (*Plane.2*), paralel cu planul în care a fost construit profilul (*Plane.1*).

Extrudarea profilului *Sketch.2* trece prin primul corp (*Pad.1*), fără să îi modifice geometria (figura 3.12).

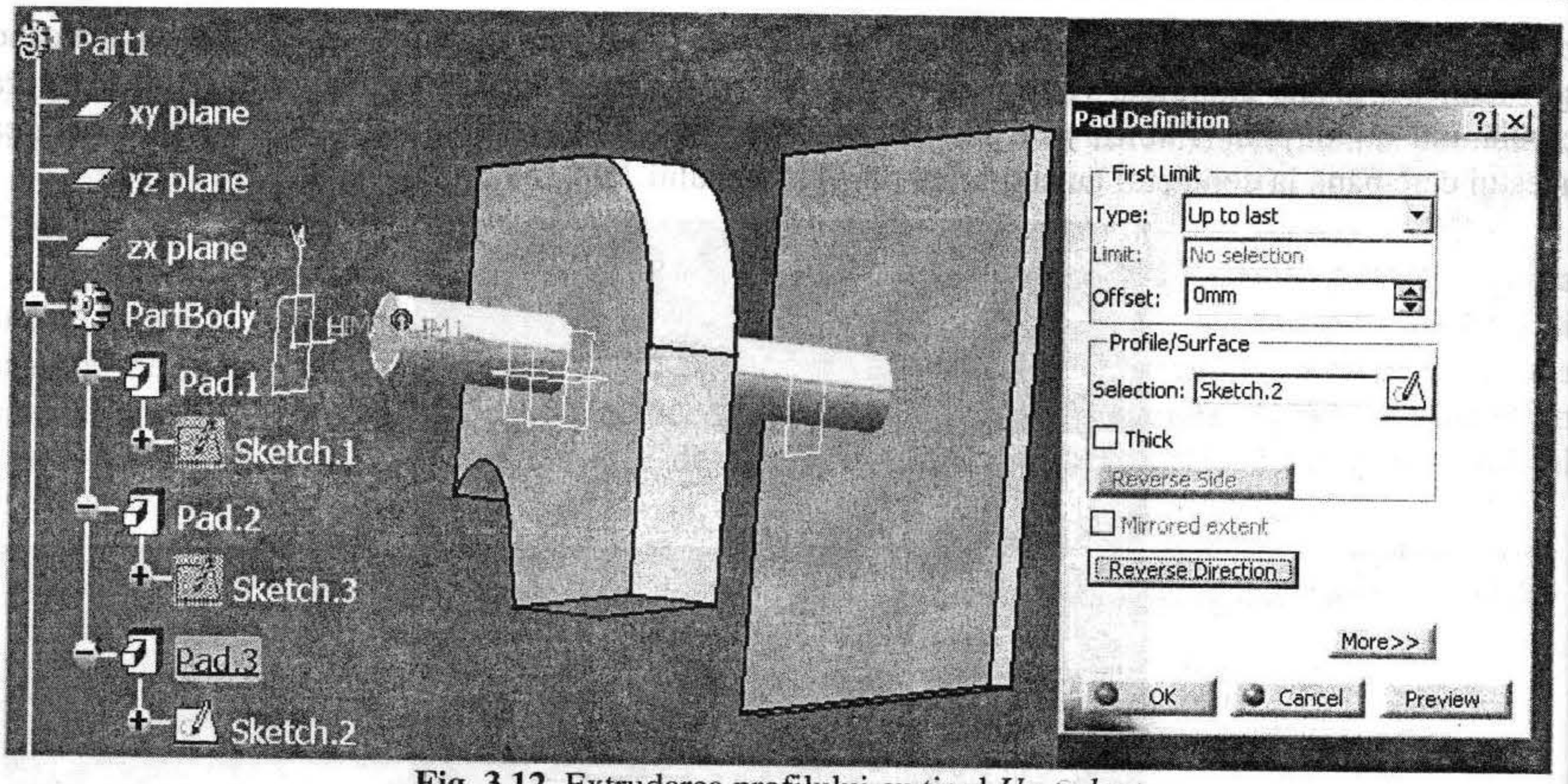


Fig. 3.12. Extrudarea profilului cu tipul *Up to last*

Tipul "*Up to plane*" permite extrudarea unui profil (*Sketch.1*), din planul (XY) în care a fost desenat până când întâlnește un al doilea plan (*Plane.1*), indicat de utilizator, în câmpul "*Limit*" (figura 3.13).

Se selectează profilul *Sketch.1* și se apasă pe pictograma "*Pad*" pentru a afișa fereastra de dialog "*Pad Definition*". În lista derulantă "*Type*" se alege tipul de extrudare "*Up to plane*" și se schimbă, dacă este cazul, sensul în care are loc extrudarea (apăsarea butonului [Reverse Direction]). Astfel, extrudarea are loc de o parte sau de cealaltă a planului care conține profilul respectiv.

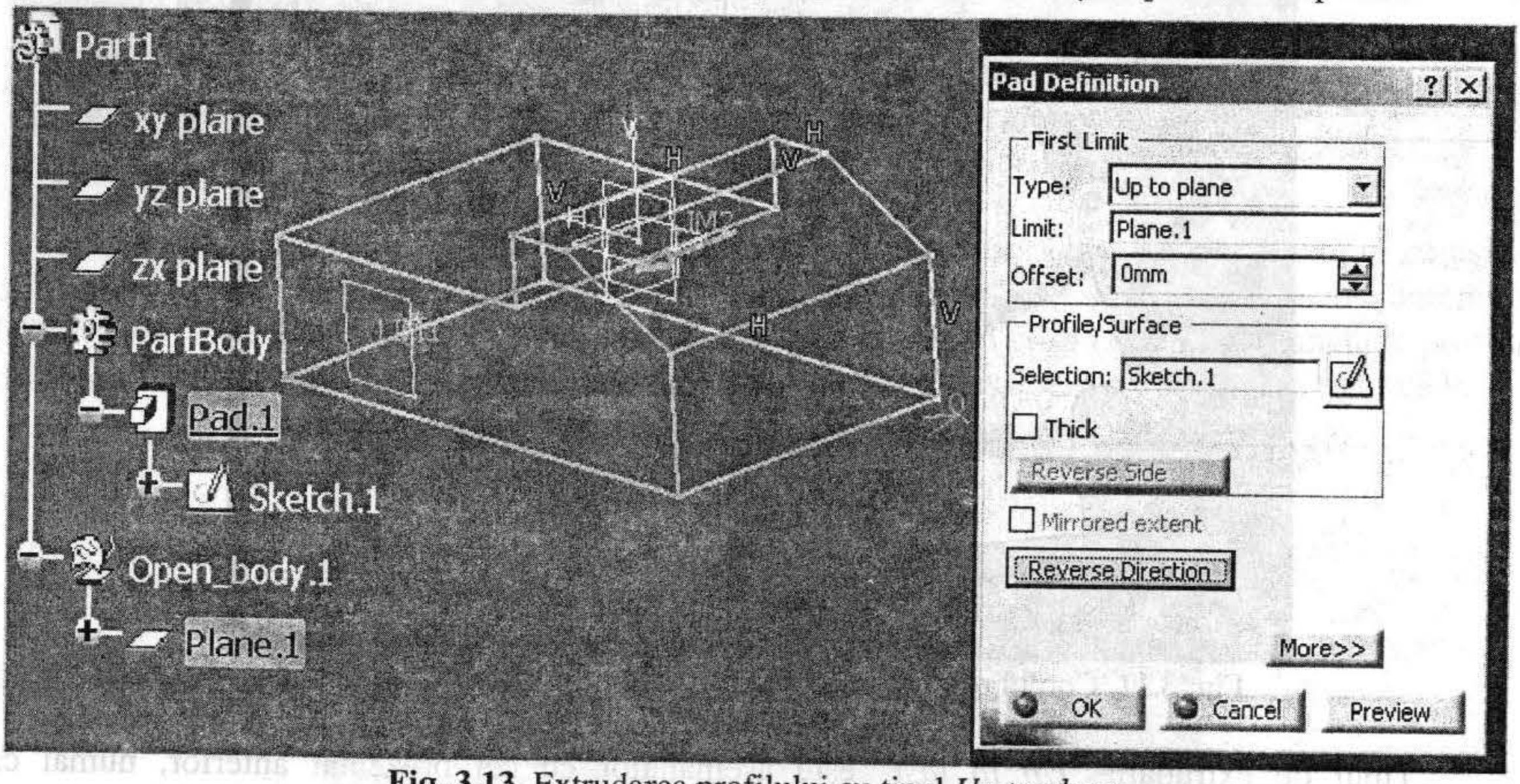


Fig. 3.13. Extrudarea profilului cu tipul *Up to plane*

Extrudarea de tip "*Up to surface*" presupune existența unui corp (*Pad.1*) cu suprafețe oarecare și a unui profil (*Sketch.2*) aflat într-un plan (*Plane.1*), la o anumită distanță de acest corp. Se dorește extrudarea profilului până la contactul cu o anumită suprafață a corpului.

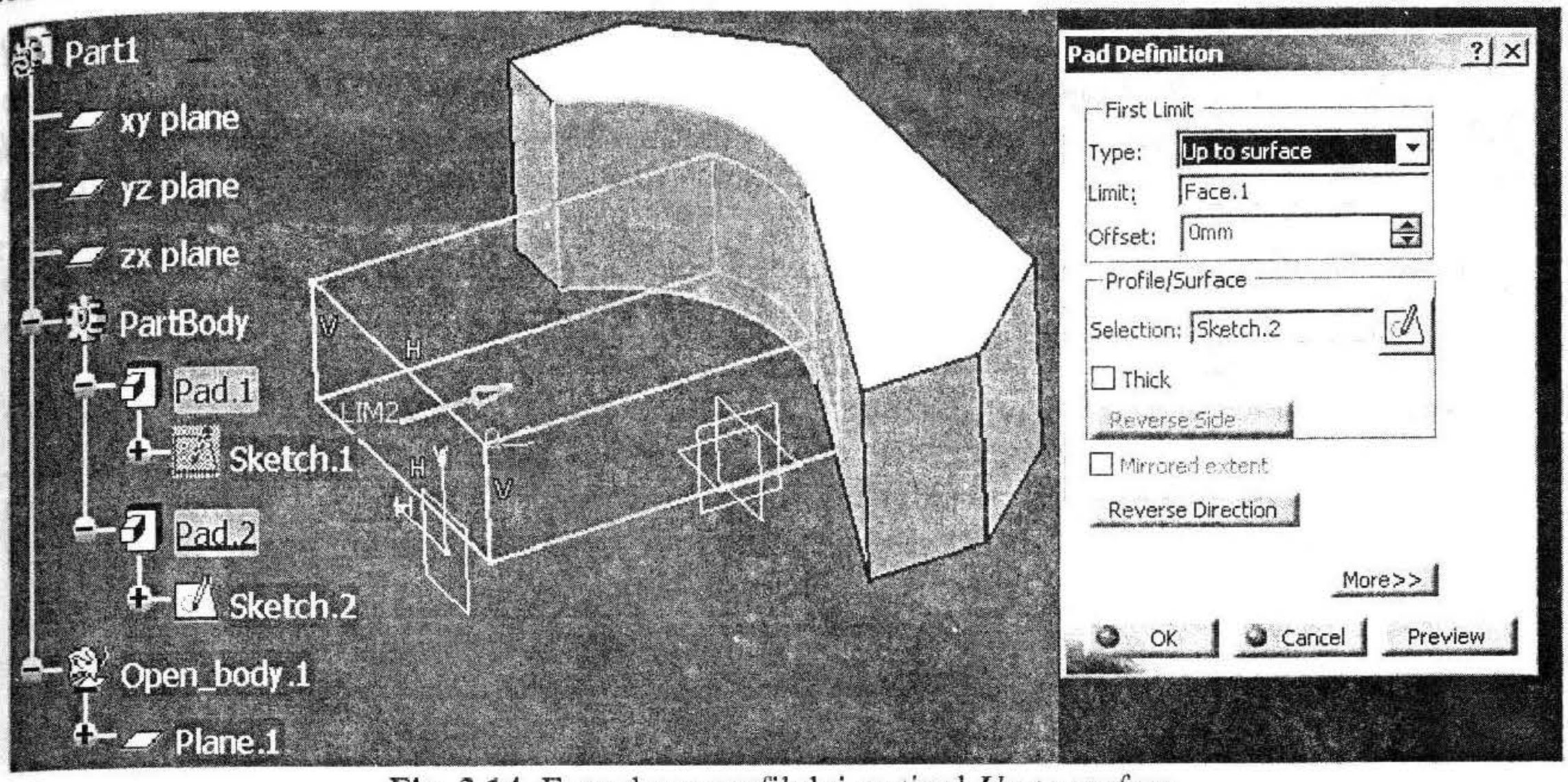


Fig. 3.14. Extrudarea profilului cu tipul *Up to surface*

Se selectează profilul *Sketch.2* şi se apasă pe pictograma "*Pad*", afişându-se fereastra de dialog "*Pad Definition*". În lista "*Type*" se alege tipul de extrudare "*Up to surface*", iar în câmpul "*Limit*" se selectează fața corpului până la care se va face extrudarea (*Face.1*). De reținut că profilul ce va fi extrudat trebuie să aibă dimensiuni de gabarit mai mici decât suprafața, pentru a se putea aplica extrudarea (figura 3.14).

În unele cazuri, se urmăreşte extrudarea unui profil pe o anumită distanță (valoare introdusă de la tastatură sau limitată de un plan, spre exemplu), fără ca direcția de extrudare să fie perpendiculară pe profilul respectiv. În exemplul din figura 3.15 se creează un paralelipiped (*Pad.1*), ce are la bază un dreptunghi (*Sketch.1*). Pe una din fețele sale se trasează o line (*Sketch.2*). La unul din capetele paralelipipedului se desenează un alt profil, un cerc (*Sketch.3*). În mod predefinit, acest profil ar fi extrudat pe o direcție perpendiculară pe planul YZ, caz în care intervine rolul liniei, direcția sa fiind, de fapt, noua direcție de extrudare.

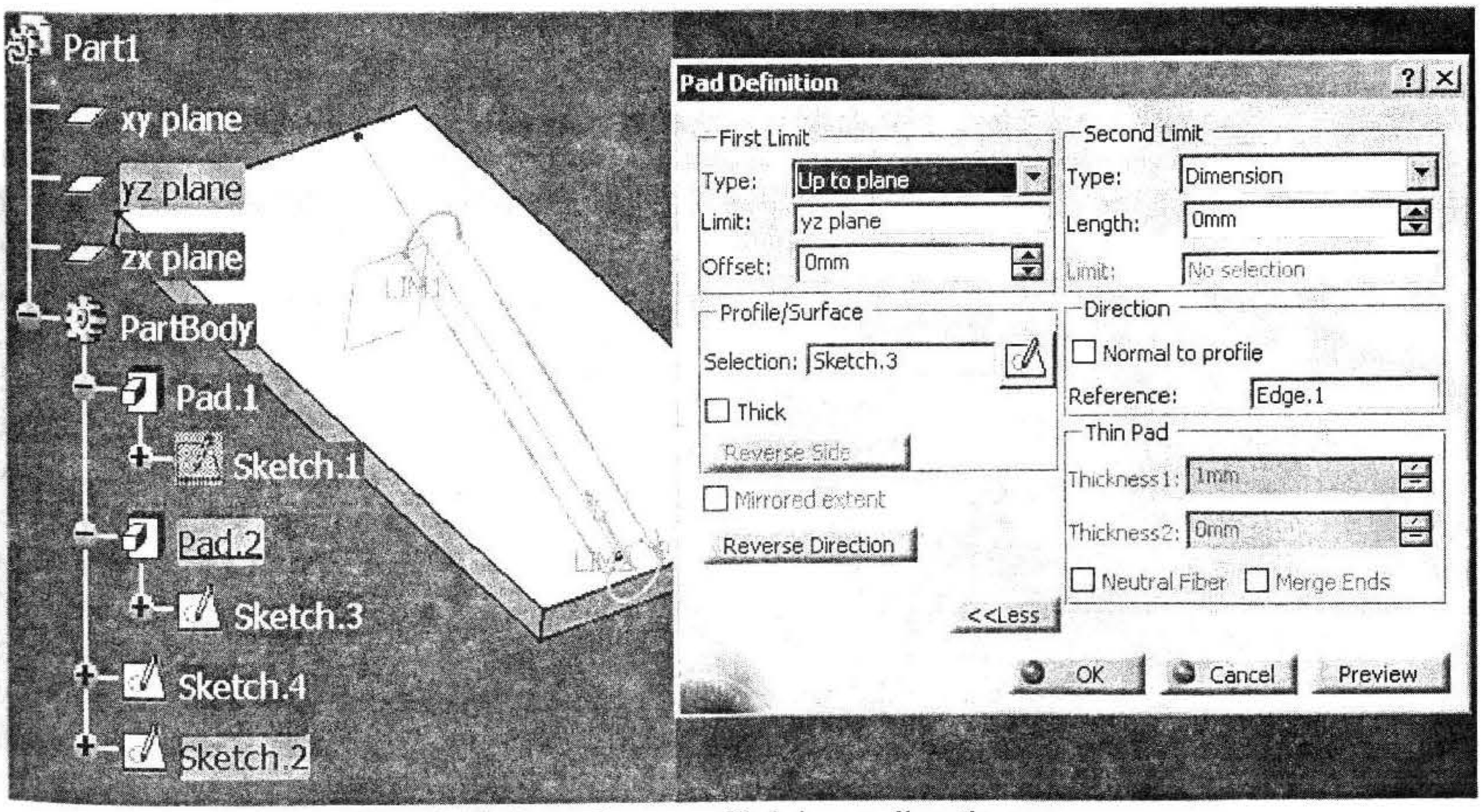


Fig. 3.15. Extrudarea profilului pe o direcție oarecare

Se selectează cercul şi se apasă pe pictograma "*Pad*", afişându-se fereastra de dialog "*Pad Definition*". În lista "*Type*" se alege tipul de extrudare "*Up to plane*", iar în câmpul "*Limit*" se selectează planul YZ. Se apasă butonul [More] pentru a expanda fereastra de dialog "*Pad Definition*". În zona "*Direction*" se debifează opțiunea "*Normal to profile*" şi se alege ca referință linia, denumită *Edge.1*.

În figura 3.15 se observă cum profilul *Sketch.3* (cercul) este extrudat de-a lungul liniei, pe o distanță limitată de planul YZ. Acest tip de extrudare poate fi utilizat în mai multe reprezentări, spre exemplu, la crearea cordoanelor de sudură.

Instrumentul de modelare *Pad* prezintă şi opțiunea "*Multi-Pad*", cu ajutorul căreia, diferite profile aflate în aceeaşi schiță vor fi extrudate cu valori diferite. Astfel, în exemplul din figura 3.16, în aceeaşi schiță, sunt reprezente mai multe profile: două dreptunghiuri şi un cerc. Având schița selectată, se apasă pictograma "*Multi-Pad*" şi se definesc valorile de extrudare pentru fiecare profil în parte.

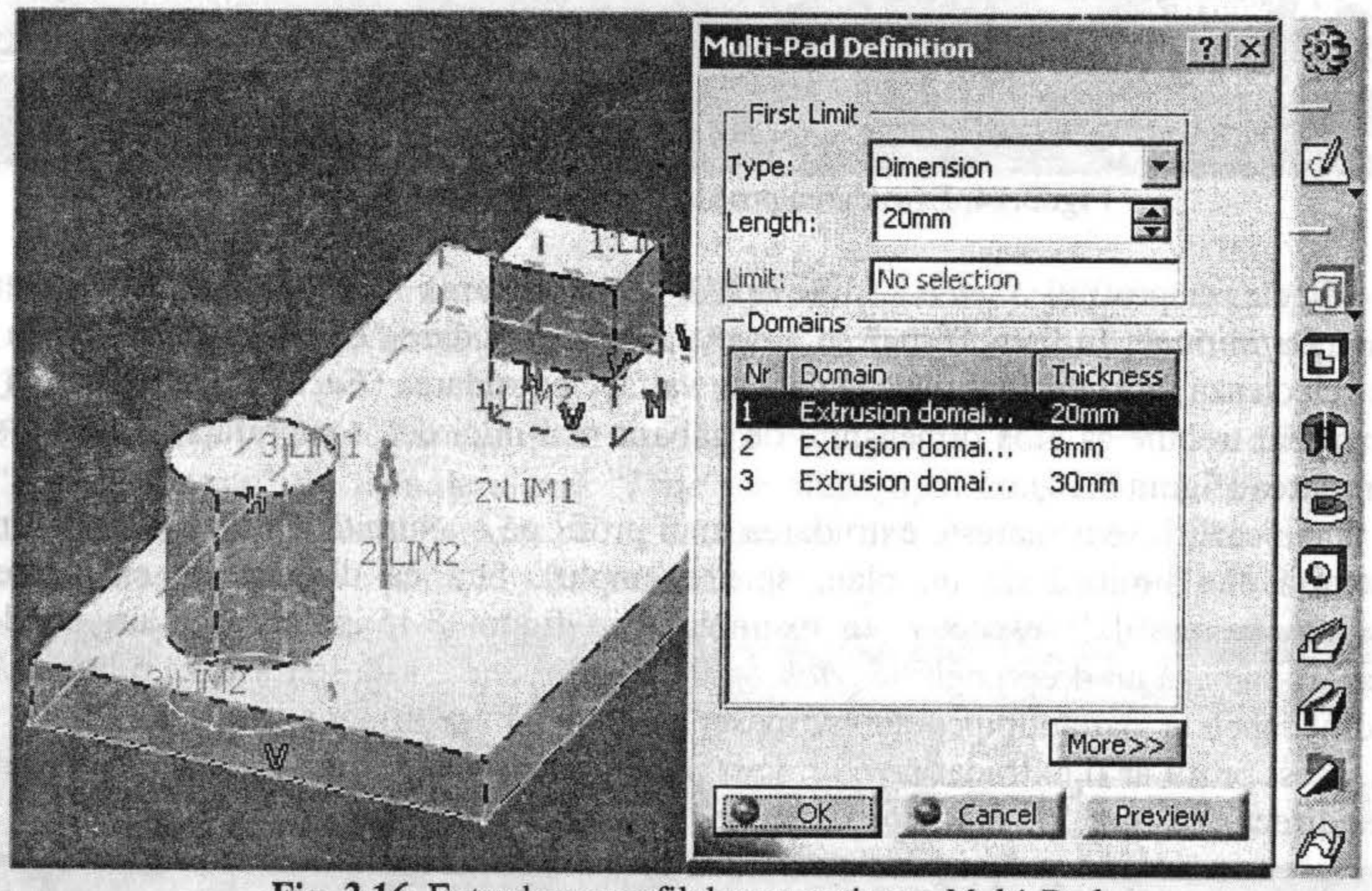


Fig. 3.16. Extrudarea profilelor cu opțiunea *Multi-Pad*

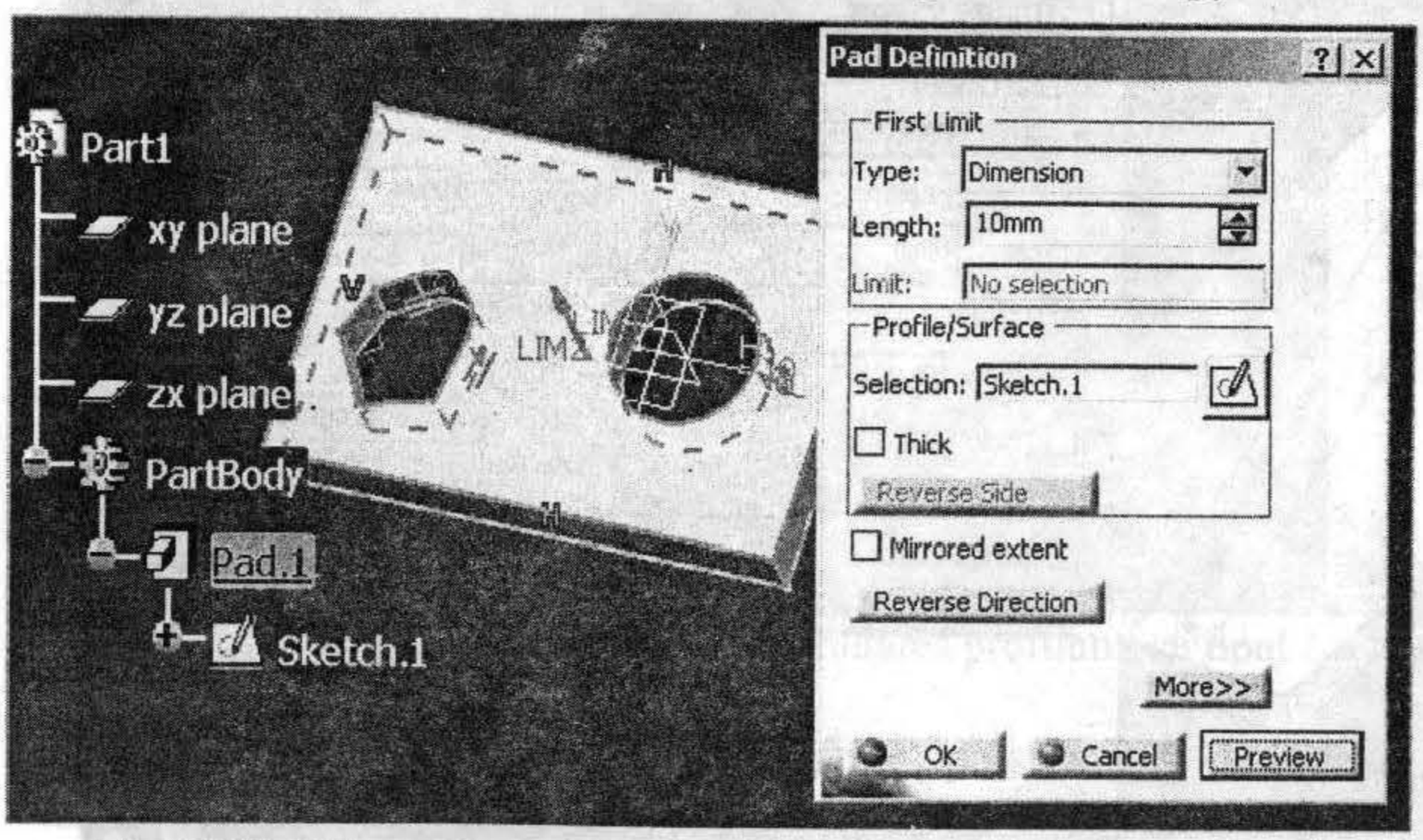


Fig. 3.17. Crearea de cavități din profile desenate în aceeaşi schiță

În cazul în care într-o schiță sunt mai multe profile, iar la extrudare nu se utilizează opțiunea "*Multi-Pad*", profilul cu aria mai mică va fi extras din cel cu aria mai mare. Se pot crea, astfel, diferite cavități (figura 3.17), cu condiția ca profilele respective să nu se intersecteze. Aceste cavități pot fi obținute şi prin utilizarea instrumentului de modelare *Pocket*, prezentat în continuare.

3.3.1.2. Instrumentul de modelare Pocket

Crearea unui *Pocket* constă în extrudarea unui profil în interiorul unui corp şi înlăturarea materialului rezultat din extrudare. CATIA permite utilizatorului să-şi aleagă limitele şi direcția de creare a extrudării *Pocket*.

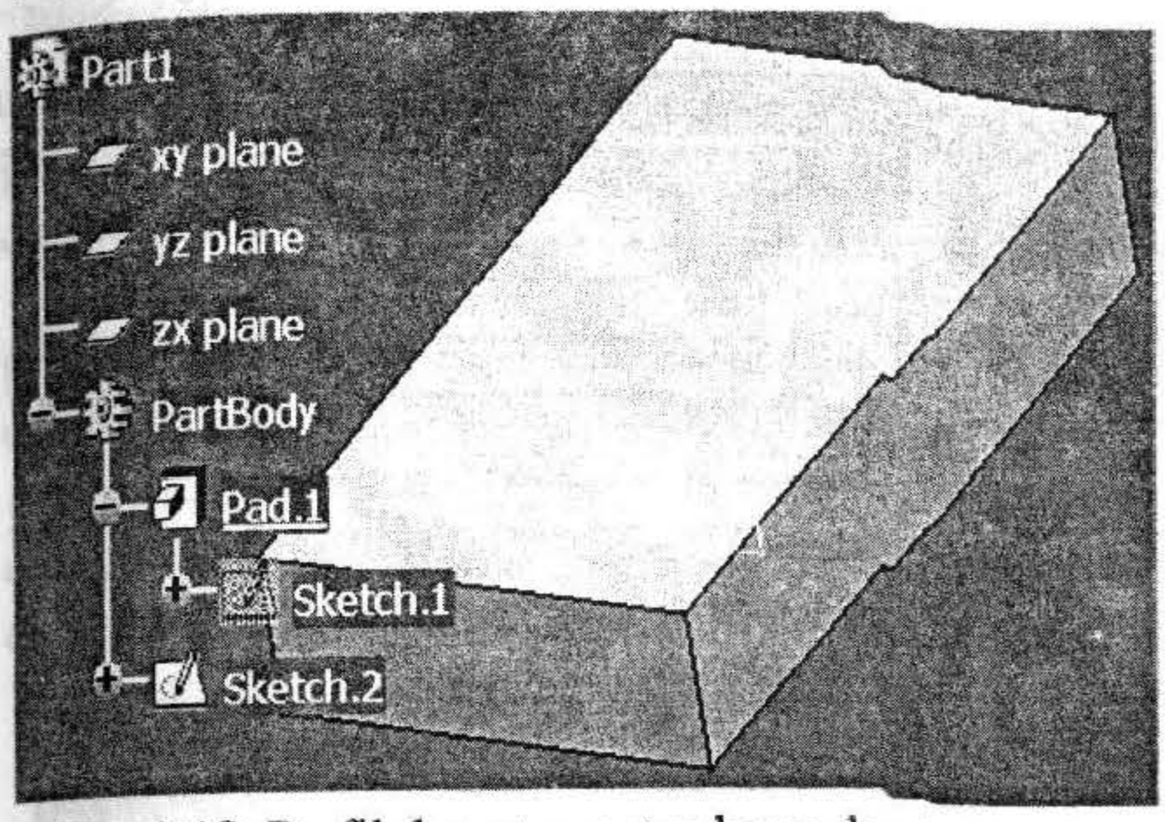


Fig. 3.18. Profilul pentru extrudarea de tip *Pocket*

Instrumentul de modelare *Pocket* necesită un corp (de tip *Pad*, spre exemplu) şi un profil. În figura 3.18 este reprezentat un exemplu în care, pentru început, se creează un corp, de grosime 20 mm, iar pe una din fețele sale se desenează un profil.

În arborele de specificații se selectează profilul (*Sketch.2*), apoi se apasă pe pictograma "*Pad*", afişându-se fereastra de dialog "*Pocket Definition*". În figura 3.19 se observă că extrudarea *Pocket* este de tip "*Dimension*", cu valoarea de 20 mm, exact cât grosimea corpului din care se face extragerea.

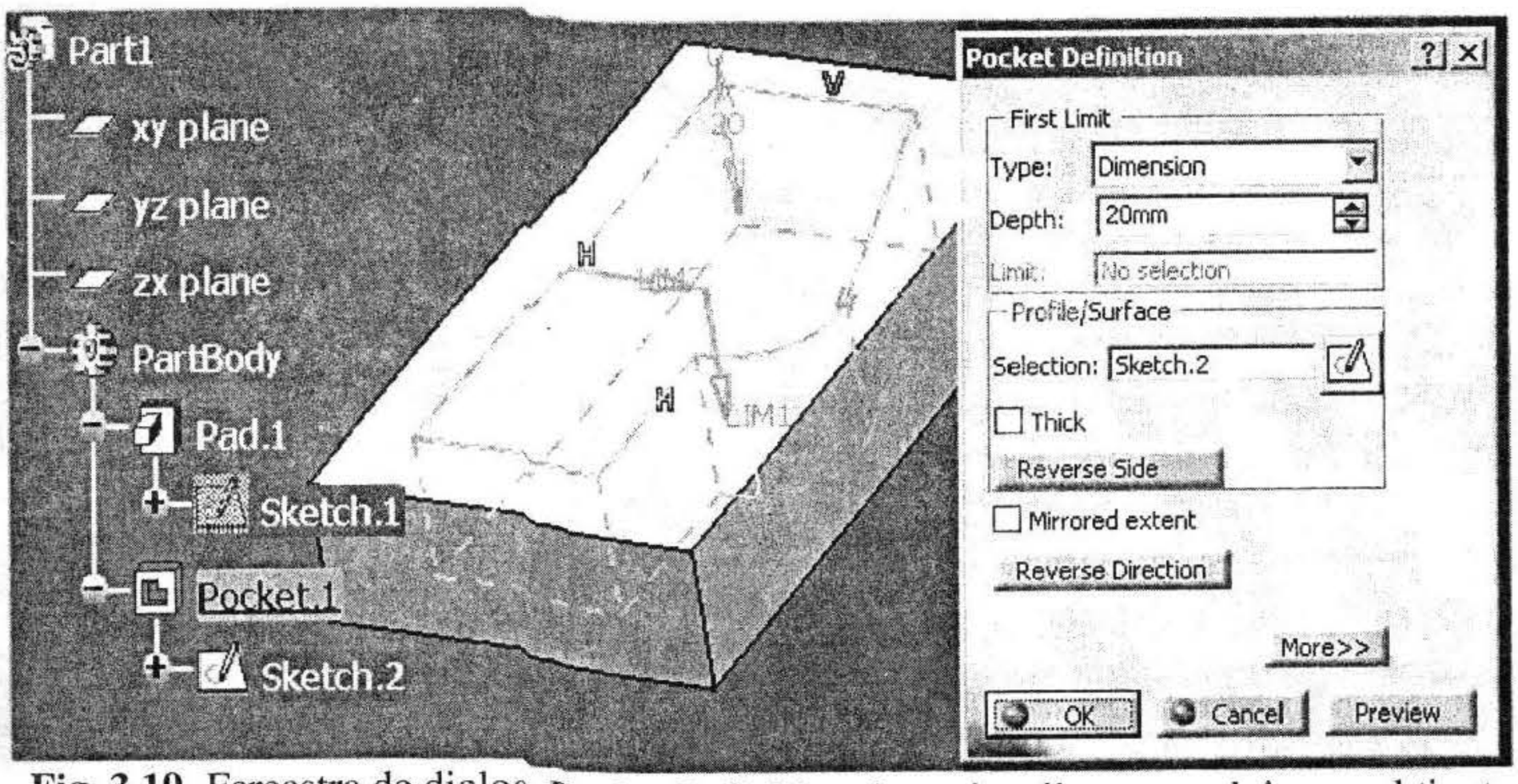


Fig. 3.19. Fereastra de dialog *Pocket Definition* şi previzualizarea noului corp obținut

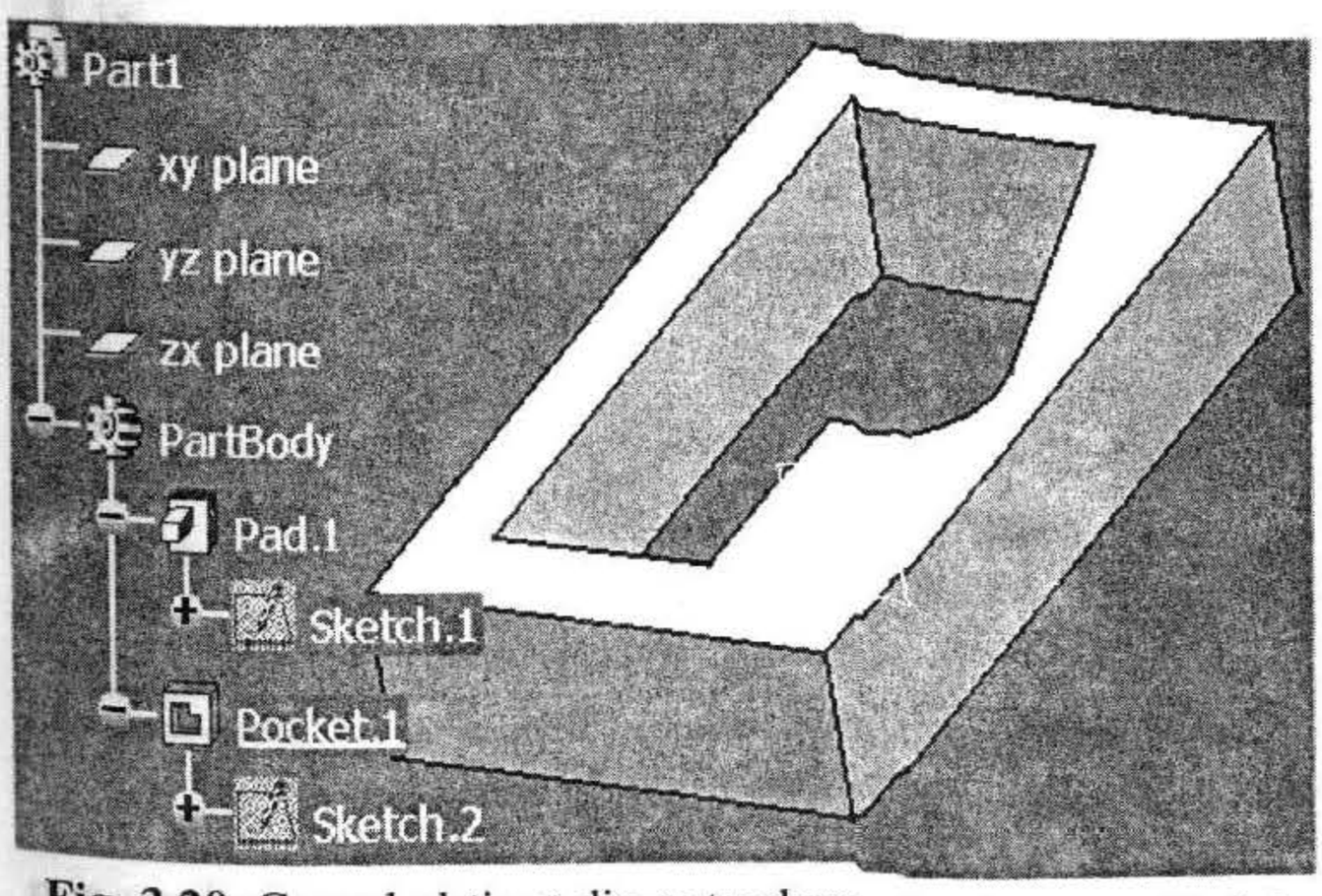


Fig. 3.20. Corpul obținut din extrudarea *Pocket* a profilului

La apăsarea butonului [Preview] se obține o reprezentare preliminară a noului corp, care ajută utilizatorul în luarea deciziei de a continua sau nu extrudarea *Pocket*. Apăsând butonul [OK], din corpul *Pad.1* se extrage corpul *Pocket.1*, rezultatul fiind prezentat în figura 3.20.

În fereastra de dialog "*Pocket Definition*", utilizatorul poate alege adâncimea de extrudare în cazul utilizării tipului "*Dimension*", dar poate opta şi pentru alt tip de extrudare *Pocket*: "*Up to next*", "*Up to last*", "*Up to plane*" sau "*Up to surface*".

Modul de creare al extrudărilor *Pocket* este foarte asemănător cu cel al extrudărilor *Pad*, necesitând, uneori, construirea unor elemente ajutătoare. Spre exemplu, în cazul tipului de extrudare *Pocket* "*Up to plane*", se construieşte încă un plan (*Plane.1*), paralel cu planul XY, deasupra acestuia, la distanța aleasă, de 10 mm. În momentul extrudării *Pocket*, în fereastra de dialog "*Pocket Definition*" (figura 3.21) se alege tipul "*Up to plane*" şi se selectează planul *Plane.1*, ca limită.

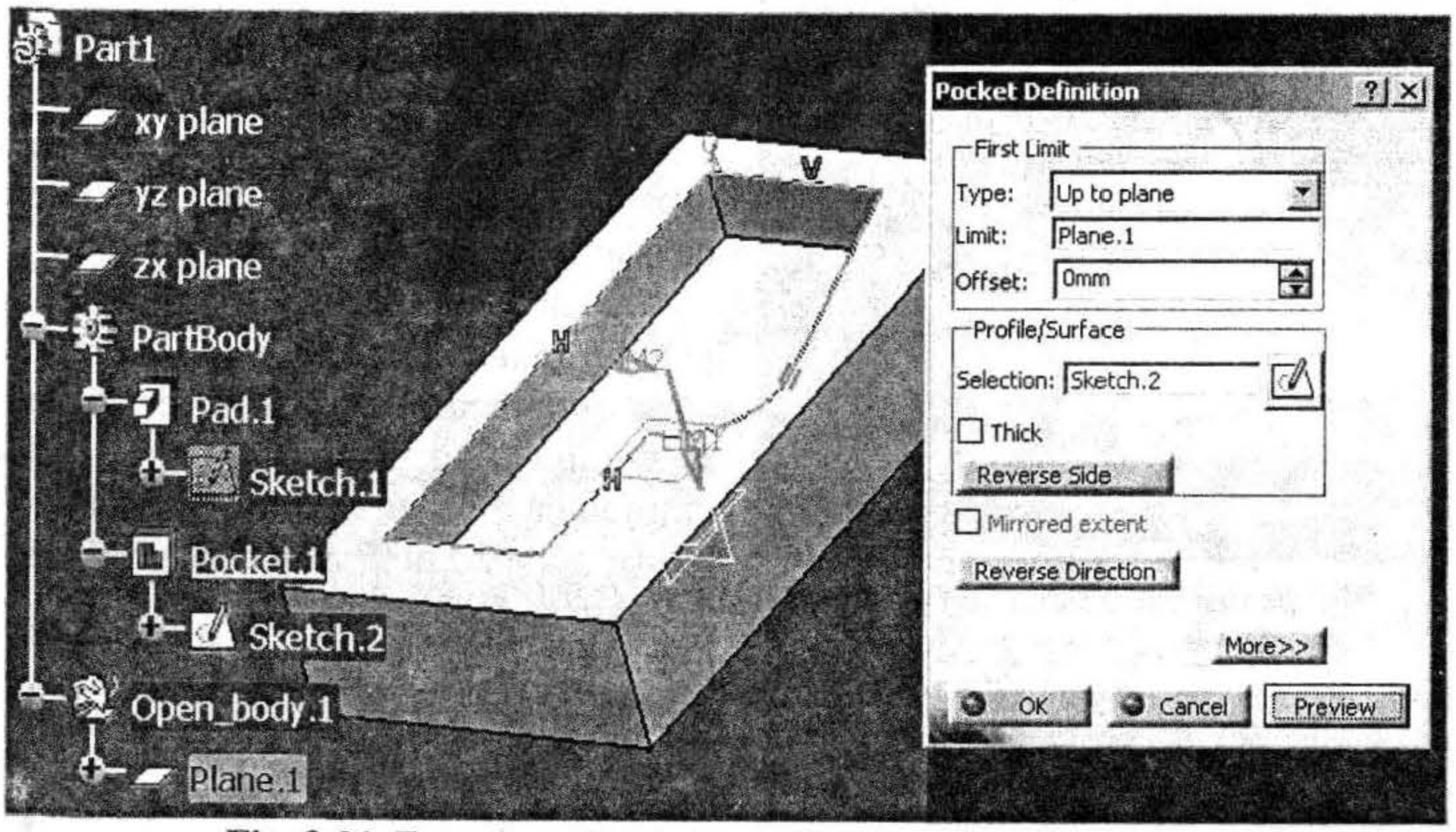


Fig. 3.21. Extrudarea *Pocket* a profilului cu tipul *Up to plane*

Se observă că extrudarea *Pocket* nu a condus la străpungerea corpului *Pad.1* ca în exemplul din figura 3.20. În acest caz, extrudarea *Pocket* de tip "*Up to plane*" este oarecum asemănătoare unei extrudări *Pocket* de tip "*Dimension*", pe distanța de 10 mm. Totuşi, deosebirea este esențială: în cazul extrudării *Pocket* de tip "*Up to plane*", odată cu modicarea poziției planului *Plane.1* în raport cu planul XY, se va modifica implicit şi adâncimea cavității create.

În mod predefinit, extrudarea *Pocket* se realizează pe o direcție perpendiculară pe suprafața care conține profilul. Există şi cazuri în care extrudarea *Pocket* trebuie să urmeze o anumită direcție.

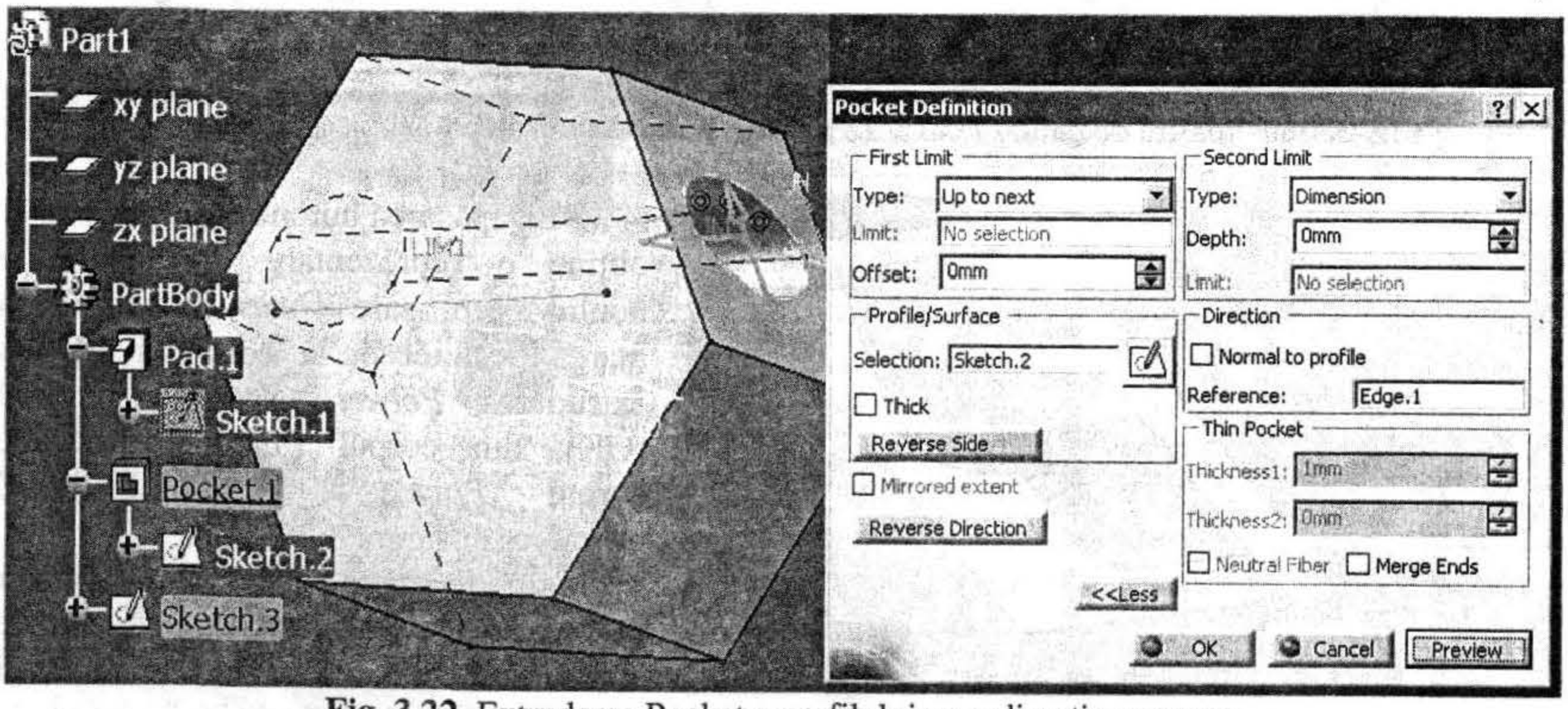


Fig. 3.22. Extrudarea Pocket a profilului pe o direcție oarecare

În exemplul din figura 3.22 se creează un paralelipiped (*Pad.1*), care are la bază un hexagon (*Sketch.1*). Pe una din cele două fețe de bază se trasează o linie (*Sketch.3*), iar pe una din cele şase

fețe generatoare (laterale) se desenează un alt profil, o elipsă (*Sketch.2*). În mod predefinit, elipsa ar fi extrudată pe o direcție perpendiculară pe fața în care a fost desenată, iar aici intervine rolul liniei, direcția sa fiind, de fapt, noua direcție de extrudare.

Se selectează elipsa şi se apasă pe pictograma "*Pocket*", afişându-se fereastra de dialog "*Pocket Definition*". În lista "*Type*" se alege tipul de extrudare "*Up to next*", cu semnificația că extrudarea se va face până la prima suprafață care delimitează paralelipipedul. Se apasă butonul [More] pentru a expanda fereastra de dialog "*Pocket Definition*", iar în zona "*Direction*" se debifează opțiunea "*Normal to profile*" şi se alege ca referință linia (*Edge.1*).

Instrumentul de modelare *Pocket* prezintă şi opțiunea "*Multi-Pocket*", cu ajutorul căreia, profilele aflate în aceeaşi schiță vor fi extrase cu valori diferite din corpul care le conține. Ca şi în cazul "*Multi-Pad*", profilele nu trebuie să se intersecteze între ele.

Astfel, în exemplul din figura 3.23, în aceeaşi schiță (*Sketch.2*), sunt prezente cinci profile oarecare. Având schița selectată, se apasă pictograma "*Multi-Pocket*" şi se definesc adâncimile de extrudare pentru fiecare profil în parte (figura 3.23).

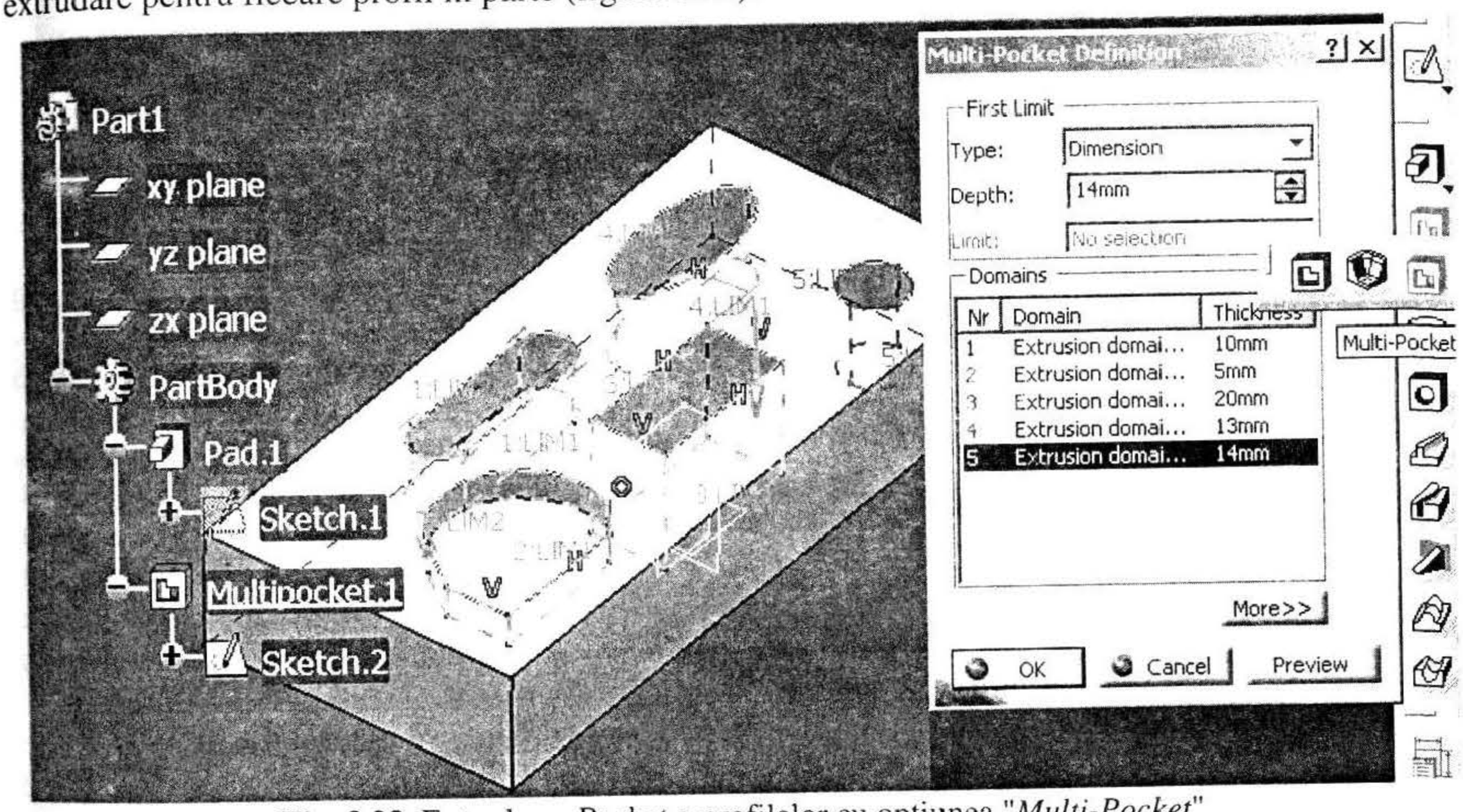


Fig. 3.23. Extrudarea Pocket a profilelor cu opțiunea "*Multi-Pocket*"

3.3.1.3. Instrumentul de modelare Shaft

Instrumentul de modelare *Shaft* este utilizat în generarea de corpuri solide de revoluție prin rotirea unui profil 2D în jurul unei axe. Profilul şi axa trebuie să fie create în aceeaşi schiță.

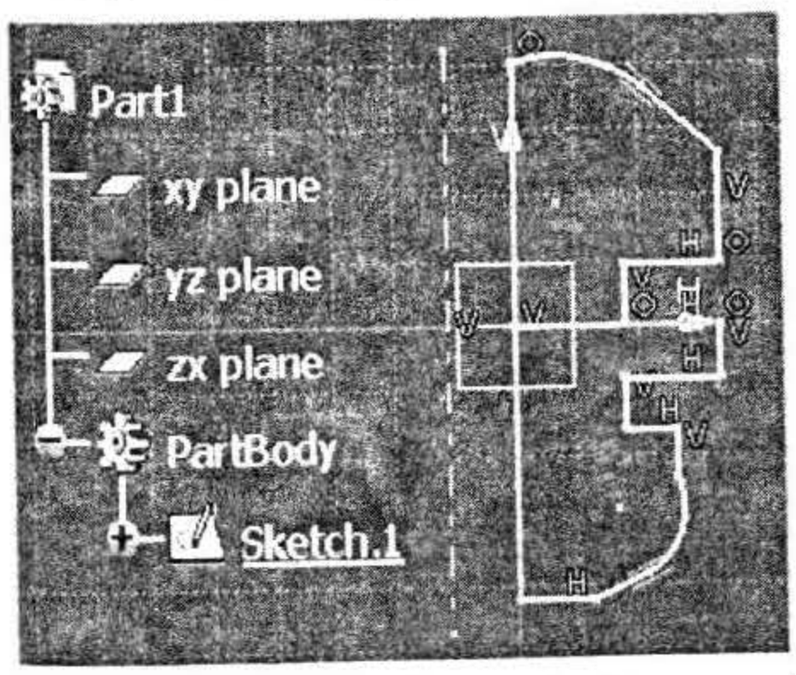


Fig. 3.24. Profilul şi axa de rotație în aceeaşi schiță

Pentru desenarea profilului şi a axei de rotație se utilizează modulul CATIA Sketcher. Atât profilul, cât şi axa respectivă se vor afla în schița *Sketch.1*, aşa cum rezultă din exemplul prezentat în figura 3.24.

În arborele de specificații se selectează profilul (*Sketch.1*), şi se apasă pe pictograma "*Shaft*", afişându-se fereastra de dialog "*Shaft Definition*". În figura 3.25 se observă două câmpuri cu valori unghiulare, şi anume: "*First angle*" şi "*Second angle*".

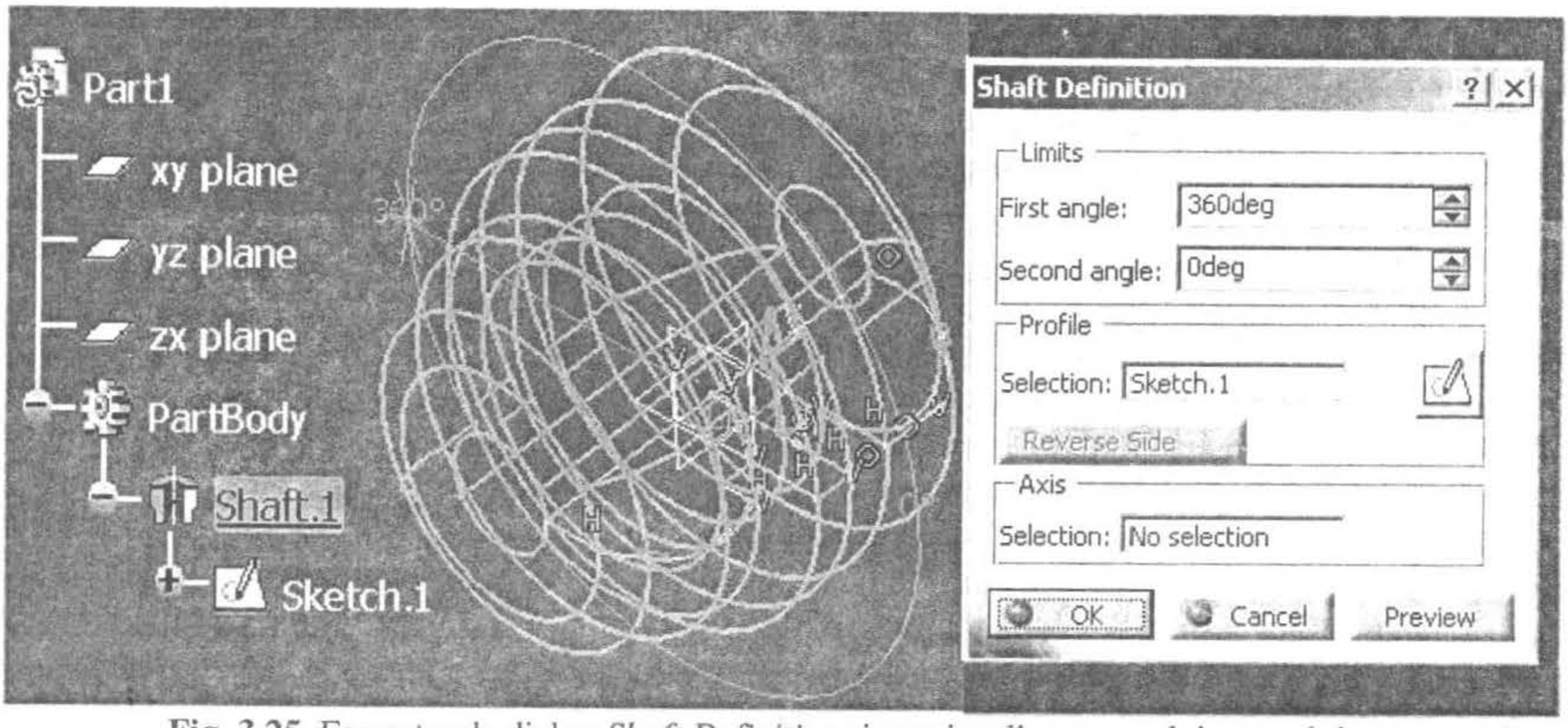


Fig. 3.25. Fereastra de dialog *Shaft Definition* și previzualizarea noului corp obținut

"*First angle*" definește unghiul de rotire al profilului în jurul axei sale de rotație, începând din poziția acestuia, cu orientarea în sensul acelor de ceasornic. Implicit, valoarea "*First angle*" este egală cu 360°, corespunzătoare unei rotații complete a profilului.

"*Second angle*" definește unghiul de rotire al profilului în jurul axei sale, începând din poziția acestuia, cu orientarea în sens trigonometric. Implicit, valoarea unghiului "*Second angle*" este egală cu 0°.

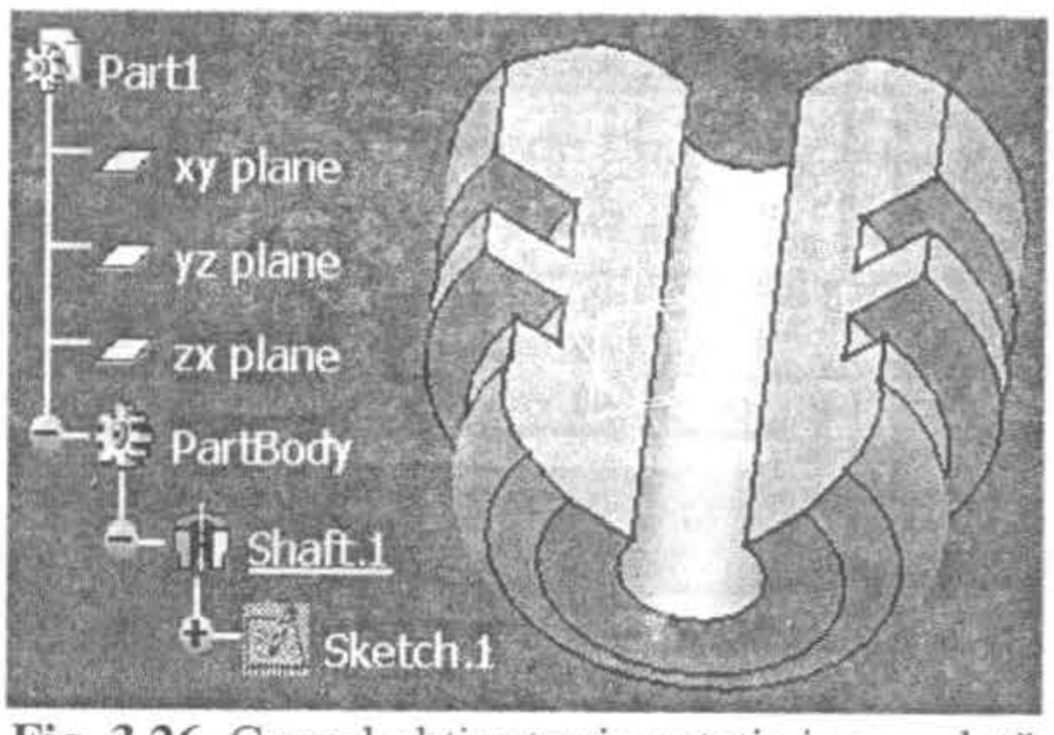


Fig. 3.26. Corpul obținut prin rotația incompletă a profilului

Indiferent de valorile celor două unghiuri, suma acestora trebuie să fie mai mică sau egală cu 360°. Sunt cazuri în care se dorește realizarea unui corp prin metoda *Shaft*, fără ca rotația profilului în jurul axei să fie completă. Spre exemplu, în figura 3.26 este prezentat corpul din figura 3.25, cu valorile "*First angle*"=200° și "*Second angle*"=60°.

În cazul în care într-o schiță sunt mai multe profile, la aplicarea instrumentului de modelare *Shaft*, profilele cu aria mai mică vor fi extrase din cel cu aria mai mare, respectând condiția ca profilele respective să nu se intersecteze.

Aceasta este o metodă foarte simplă și rapidă de a crea diferite canale în interiorul corpurilor (figura 3.27).

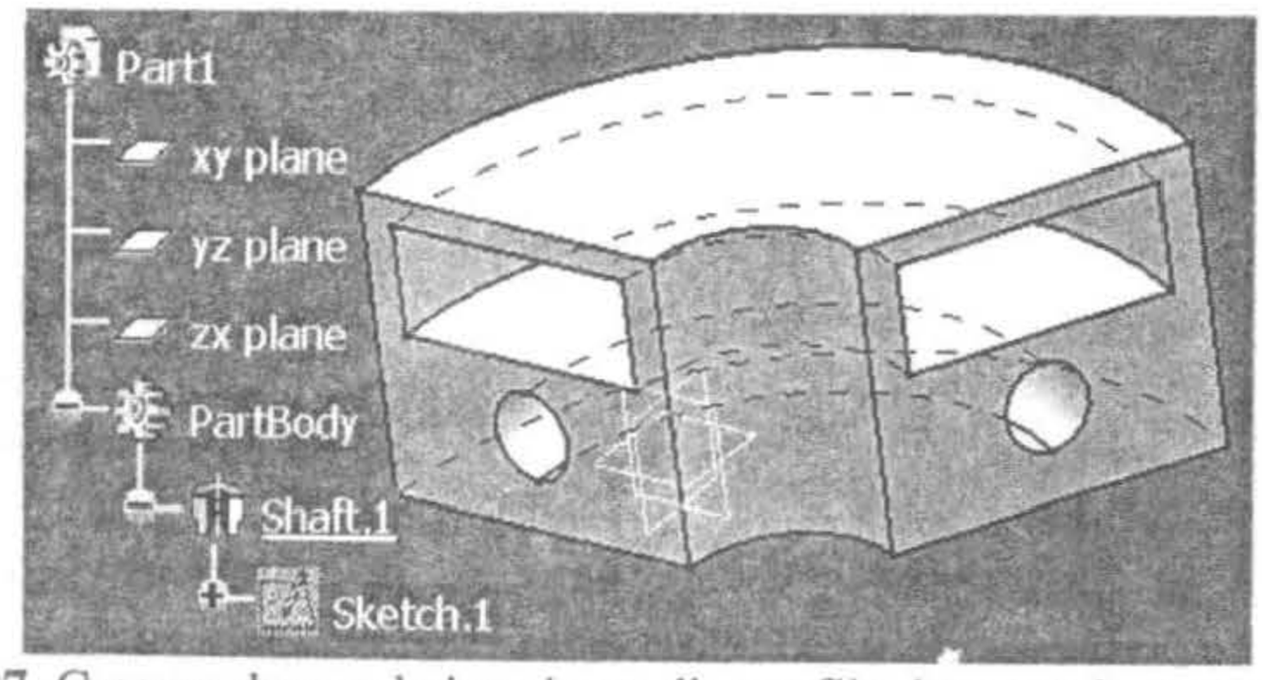


Fig. 3.27. Crearea de canale interioare din profile desenate în aceeași schiță

Instrumentul de modelare *Shaft* se poate aplica şi profilelor deschise, dar numai în anumite condiţii. Astfel, spre exemplu, se desenează corpul din figura 3.28, utilizând două profile în aceeaşi schiţă. Pe una din feţele plane ale corpului se desenează un profil deschis (*Sketch.2*), punând două condiţii de coincidenţă între capetele sale şi linia care delimitează suprafaţa interioară a corpului, aşa cum rezultă din figura 3.28.

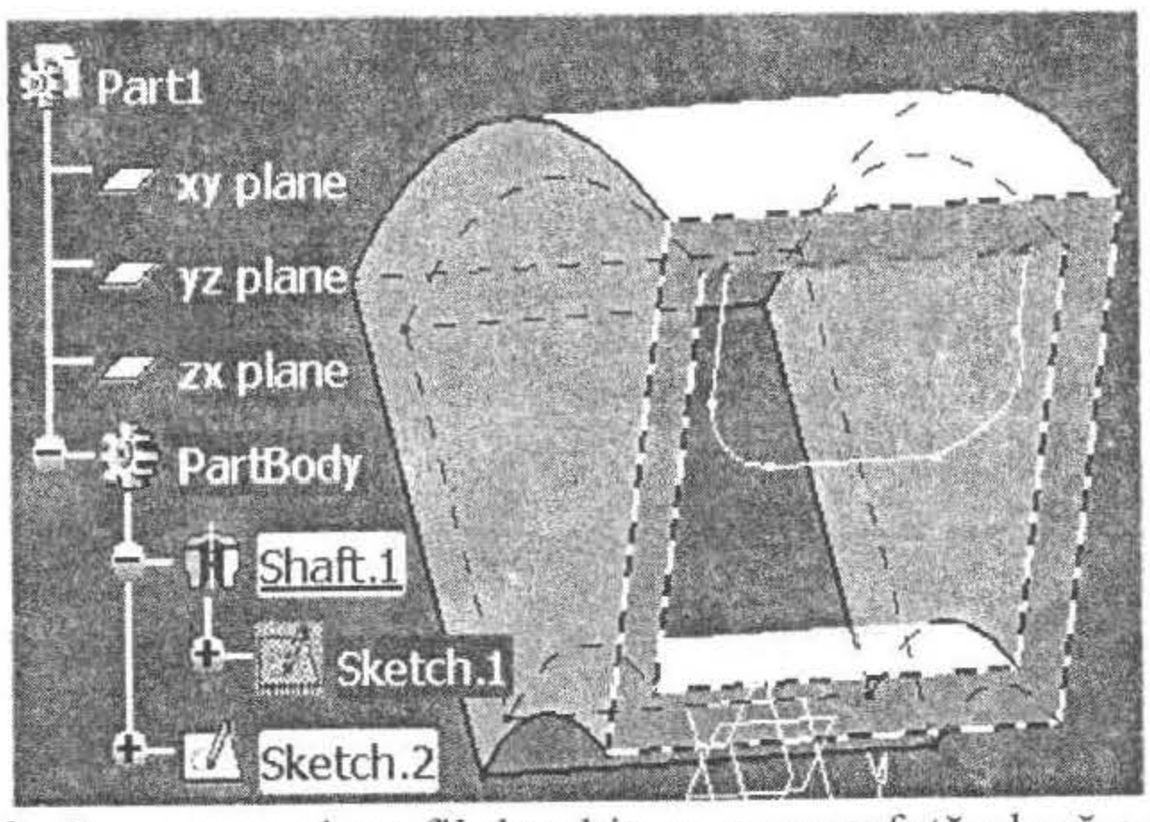


Fig. 3.28. Crearea unui profil deschis pe o suprafaţă plană a corpului

În arborele de specificaţii se selectează profilul deschis (*Sketch.2*), apoi se apasă pe pictograma "*Shaft*", afişându-se fereastra de dialog "*Shaft Definition*".

În figura 3.29 se observă că profilul deschis formează prin rotire un corp (*Shaft.2*) care devine parte integrantă a primului corp (*Shaft.1*). Valorile unghiulare în acest caz sunt: "*First angle*"= 0° şi "*Second angle*"= 40°. Axa de rotaţie a primului corp devine axă de rotaţie şi pentru cel de-al doilea corp.

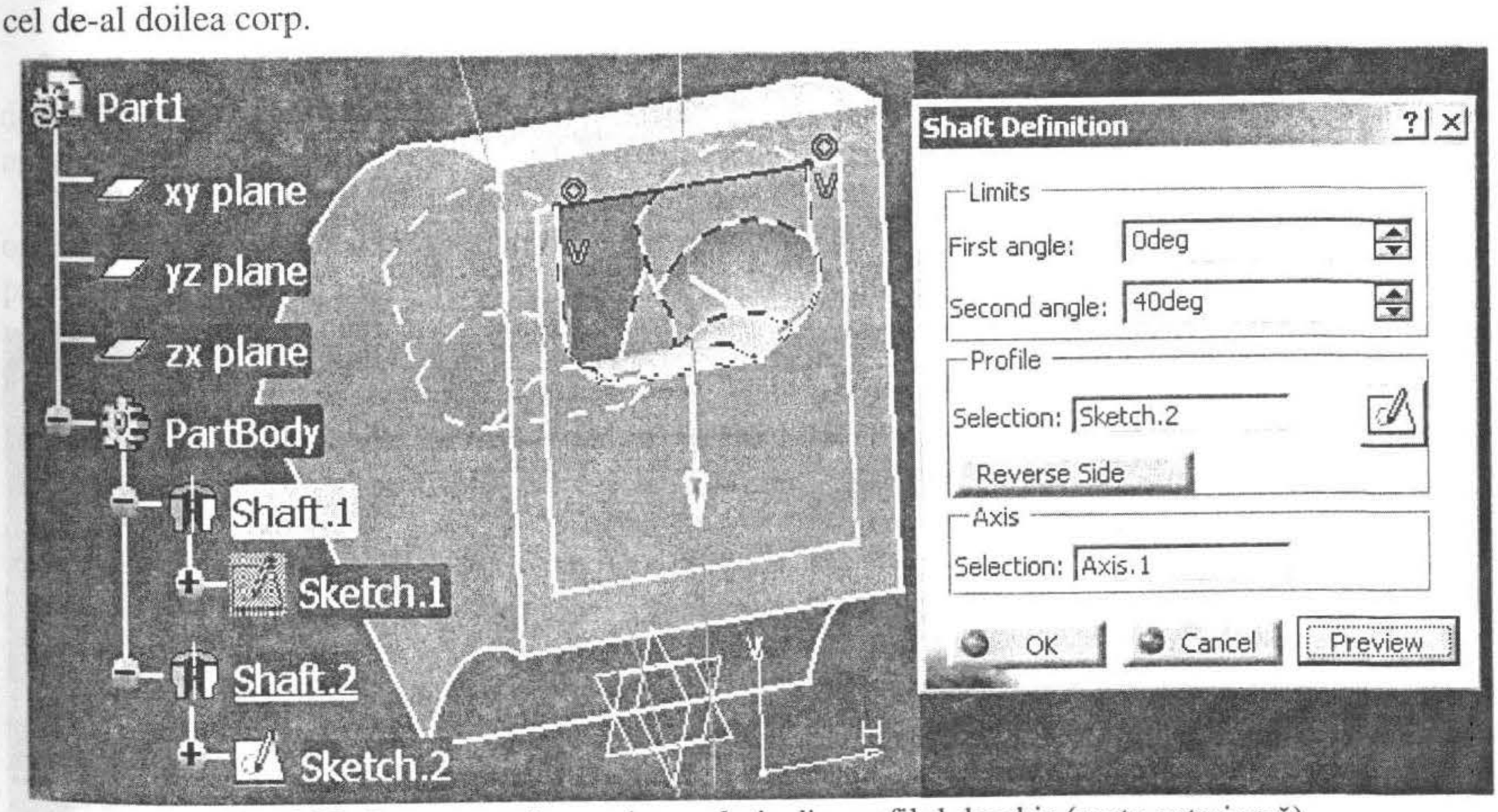


Fig. 3.29. Crearea unui corp de revoluţie din profilul deschis (parte exterioară)

În figura 3.29, partea exterioară a profilului a condus la obţinerea celui de-al doilea corp.

În fereastra de dialog "*Shaft Definition*", apăsarea butonului [Reverse Side], are ca rezultat rotirea părţii interioare a profilului, obţinându-se corpul din figura 3.30.

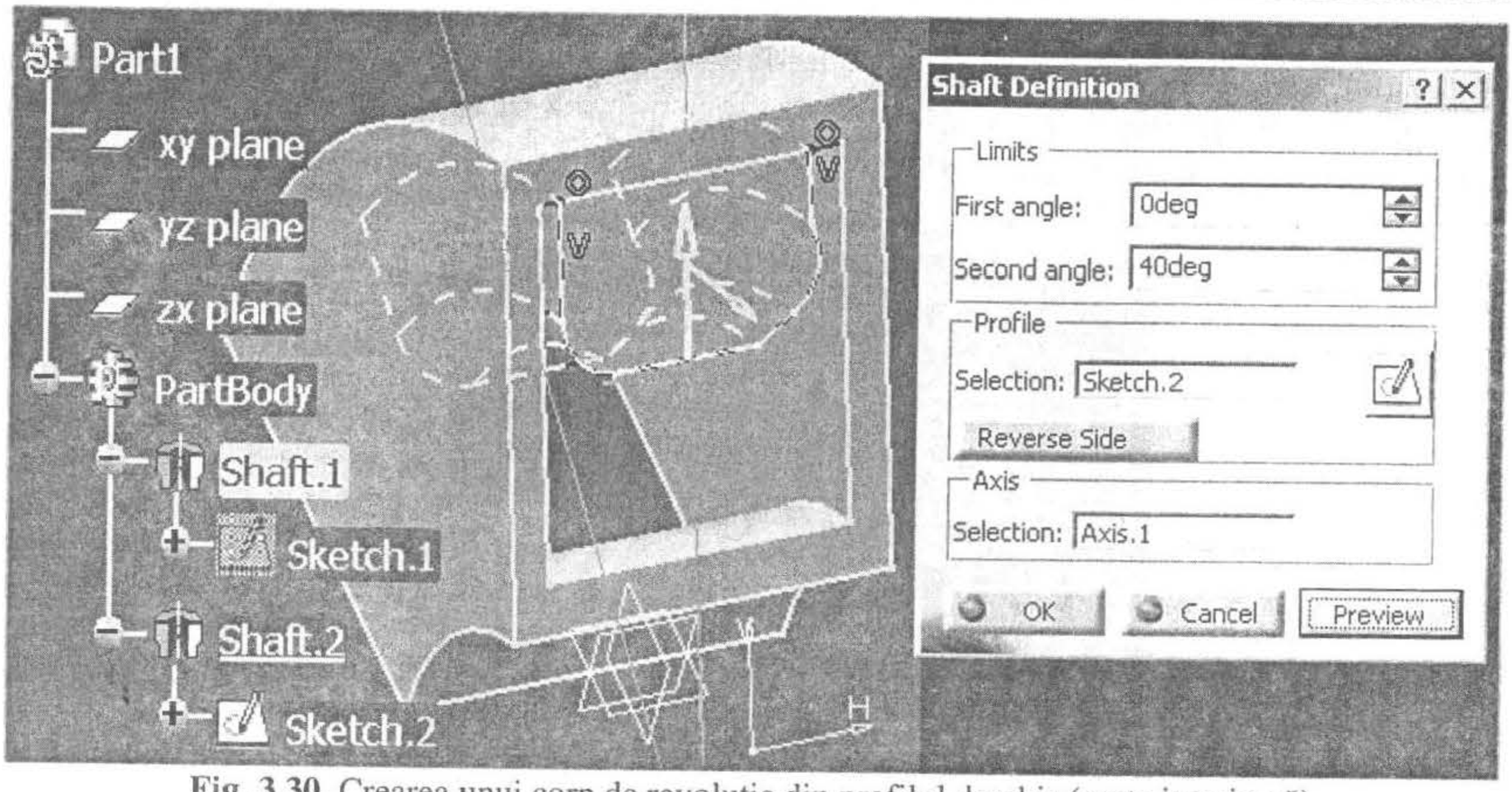


Fig. 3.30. Crearea unui corp de revoluție din profilul deschis (parte interioară)

Butonul [Reverse Side] este activ numai în cazul profilelor deschise. Totuși, așa cum se observă din exemplele prezentate în figurile 3.29 și 3.30, pentru crearea unui corp dintr-un profil deschis este necesar ca acesta din urmă să fie limitat de o suprafață, de regulă, creată tot cu ajutorul instrumentului de modelare *Shaft*.

3.3.1.4. Instrumentul de modelare Groove

Instrumentul de modelare *Groove* este utilizat în extragerea de material din corpuri solide, în general din cele de revoluție, prin rotirea unui profil, generat 2D, în jurul unei axe. Deseori, aceasta este chiar axa corpului de revoluție.

Pentru exemplificare, în modulul CATIA Sketcher se creează un cerc, care va fi apoi extrudat pentru a obține un cilindru. Centrul cercului de extrudare se recomandă a fi chiar în originea sistemului de coordonate, în planul XY.

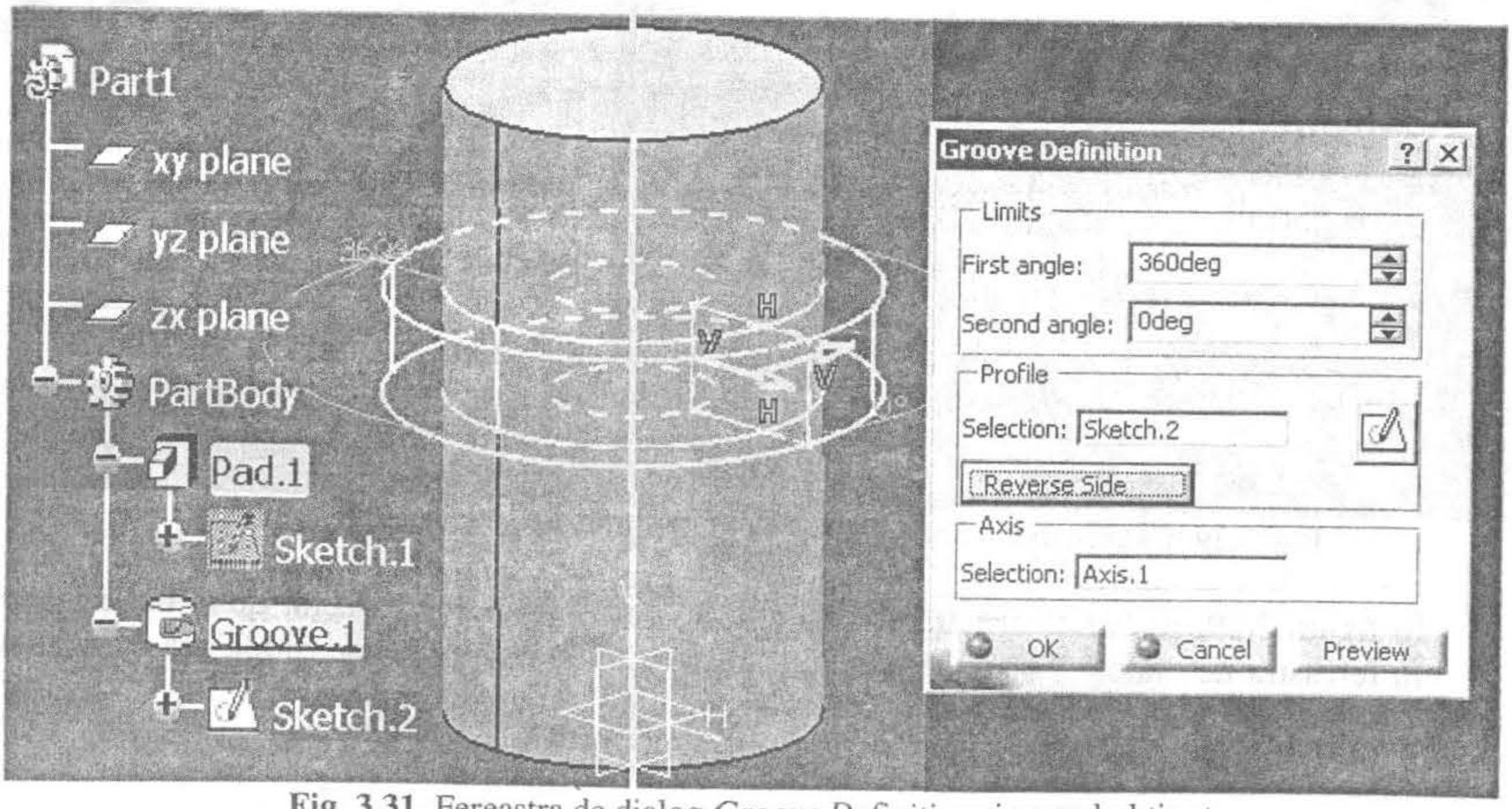


Fig. 3.31. Fereastra de dialog *Groove Definition* și corpul obținut

Într-unul din planele perpendiculare pe cel în care a fost desenat cercul (planul XY) se desenează un profil oarecare (*Sketch.2*), pentru a fi utilizat în extragerea *Groove*. Acest profil trebuie să se afle, obligatoriu, parțial în zona interioară a cilindrului şi, eventual, în afara sa, pentru a obține o extragere deschisă.

În arborele de specificații se selectează profilul (*Sketch.2*), apoi se apasă pe pictograma "*Groove*", afişându-se fereastra de dialog "*Groove Definition*". În figura 3.31 se observă că tipul extragerii depinde, ca şi în cazul *Shaft*, de unghiurile, "*First angle*" şi "*Second angle*".

În urma aplicării instrumentului de modelare *Groove*, indiferent dacă se aplică sau nu pe toată circumferința cilindrului, CATIA înlătură materialul aflat în interiorul volumului creat prin rotirea profilului în jurul axei acestuia. În figura 3.32 este reprezentat cilindrul din figura 3.31, din care a fost înlăturat un volum corespunzător unghiurilor "*First angle*"=80° şi "*Second angle*"=15°.

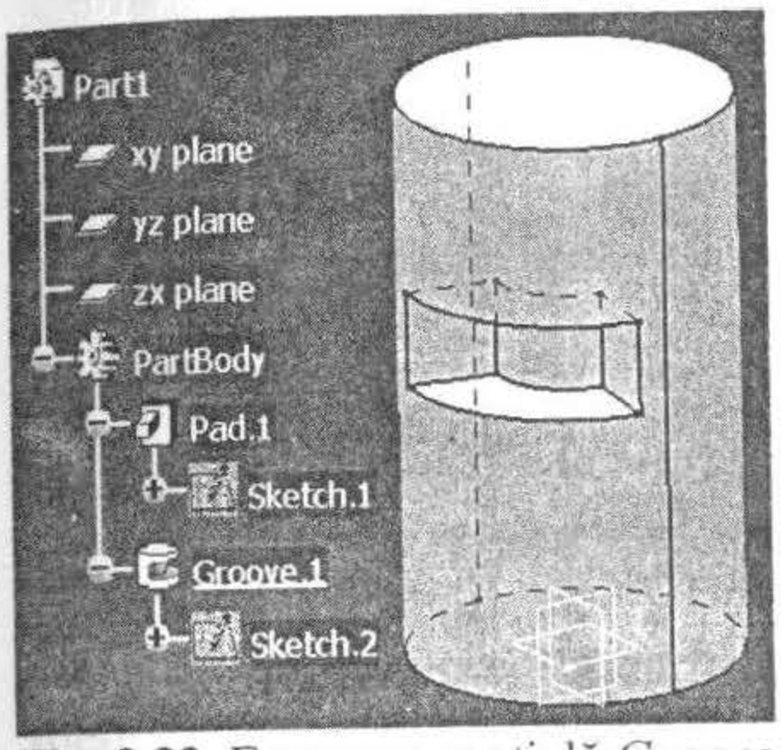


Fig. 3.32. Extragere parțială *Groove* dintr-un cilindru

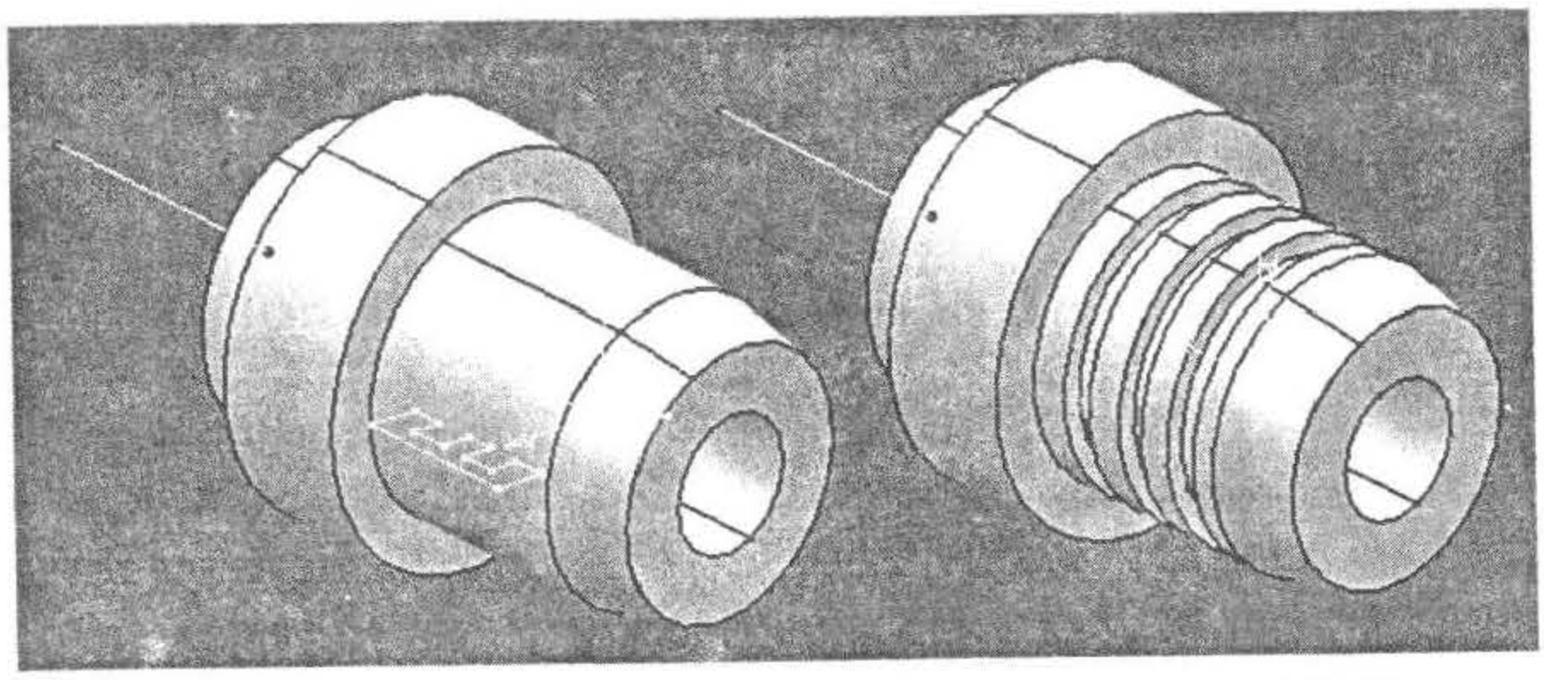


Fig. 3.33. Rotirea profilului de extragere în jurul unei linii

Ca axă de rotație pentru *Groove* se poate considera şi orice dreaptă sau axă existentă în documentul curent. În figura 3.33 se prezintă un corp de revoluție înainte şi după îndepărtarea materialului prin metoda *Groove*, folosind ca axă de rotație o linie oarecare.

Corpul de revoluție a fost obținut prin metoda *Shaft*, pornind de la un profil, rotit în jurul unei axe. În momentul extragerii *Groove*, linia utilizată ca axă de rotație nu face parte din schița profilului corpului de revoluție.

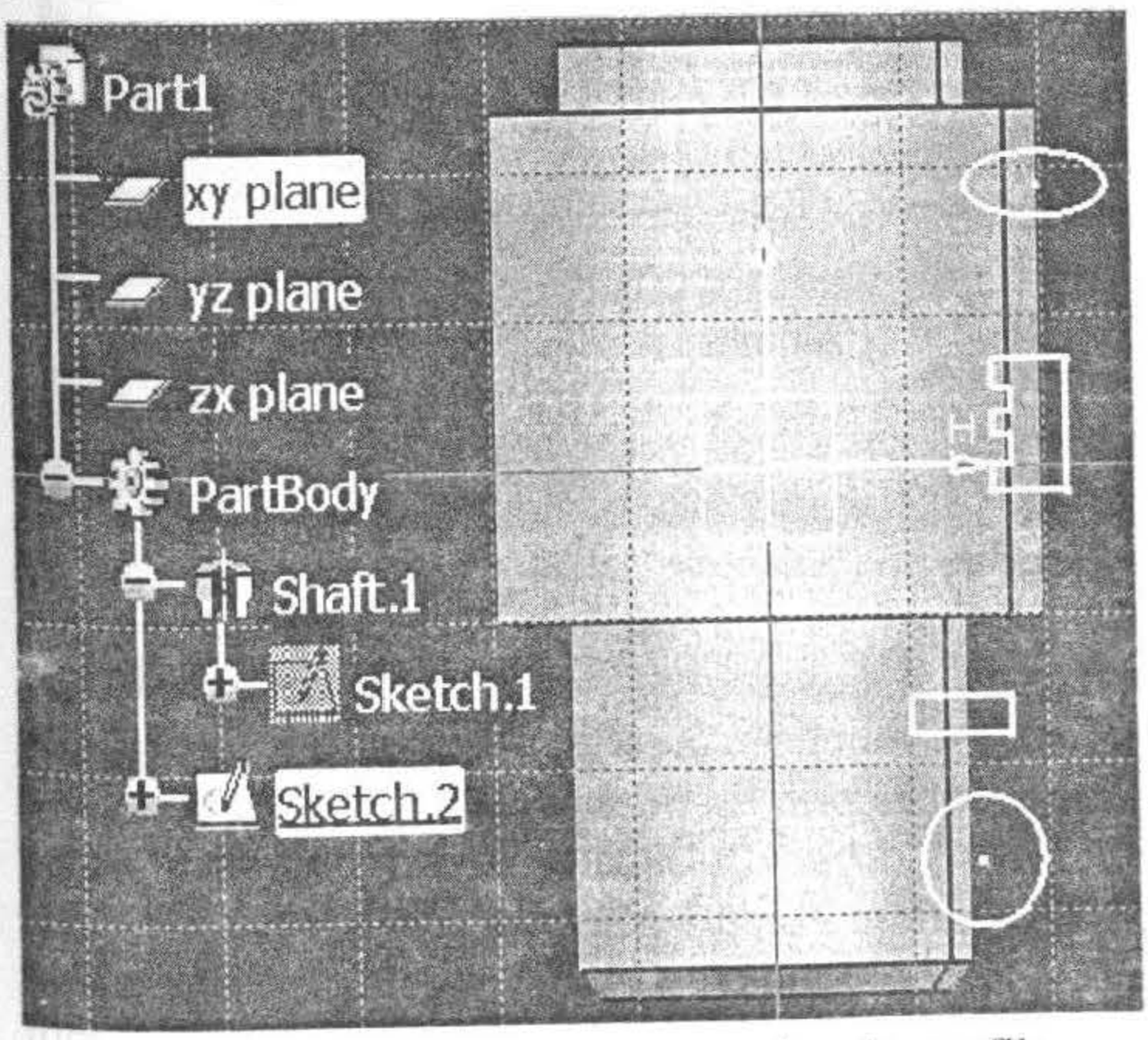


Fig. 3.34. Extragere *Groove* cu mai multe profile

În figura 3.34, în aceeaşi schiță (*Sketch.2*) sunt prezente mai multe profile de extragere, de diferite forme. Pentru a fi posibilă aplicarea instrumentului de modelare *Groove* este necesar ca aceste profile să nu se intersecteze. Metoda se utilizează când dintr-un corp de revoluție trebuie extrase simultan mai multe profile care ar fi dificil de desenat într-un singur profil.

În general, instrumentul de modelare *Groove* se utilizează pentru a obține canale circulare pe suprafețele corpurilor (spre exemplu, la crearea canalelor circulare pentru garnituri pe suprafața exterioară a unui piston etc.).

3.3.1.5. Instrumentul de modelare Hole

Instrumentul de modelare *Hole* se utilizează la îndepărtarea dintr-un corp a unui volum de material de formă cilindrică.

Crearea unei găuri (*Hole*) constă în extrudarea unui profil circular în interiorul unui corp și înlăturarea materialului rezultat. Deși instrumentul de modelare *Hole* este foarte asemănător cu *Pocket*, ambele având capacitatea de a înlătura material din corp, diferența este dată de faptul că, în cazul *Hole*, gaura va avea întotdeauna un profil circular căruia i se pot defini cu precizie toate caracteristicile (diametru, adâncime, formă, poziție etc.).

CATIA pune la dispoziția utilizatorului mai multe tipuri de găuri, și anume: *Simple*, *Tapered*, *Counterbored*, *Countersunk* și *Counterdrilled*, prezentate în figura 3.35.

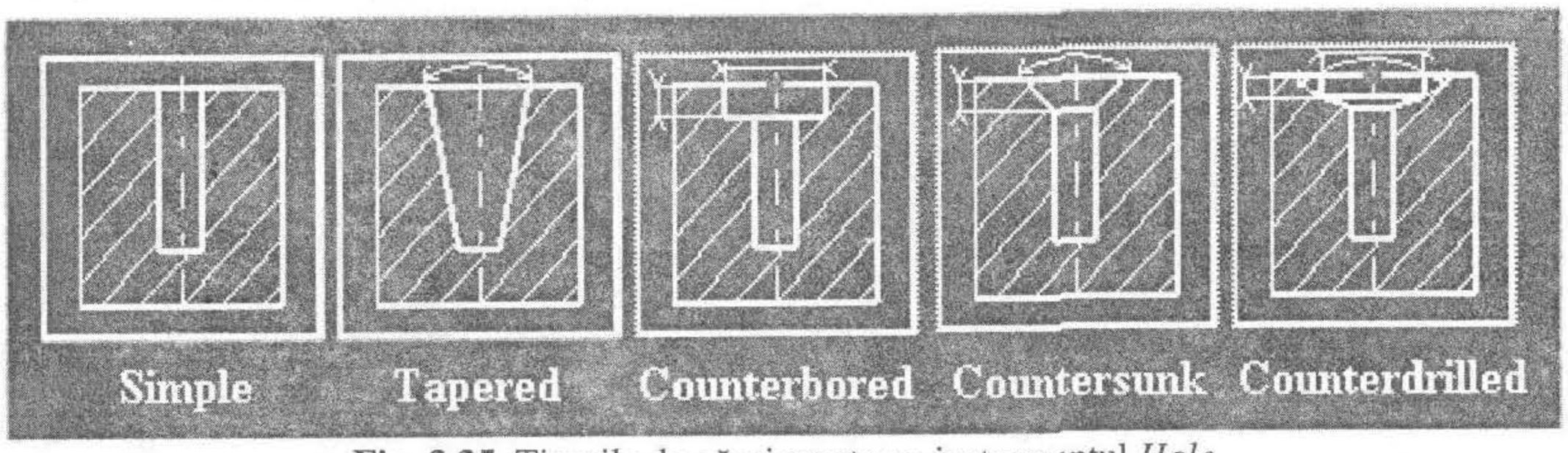


Fig. 3.35. Tipurile de găuri create cu instrumentul *Hole*

În cazul găurilor de tip *Counterbored*, diametrul găurii lărgite trebuie să fie mai mare ca diametrul găurii simple, dar adâncimea acesteia va fi mai mare ca adâncimea găurii lărgite.

În cazul *Countersunk*, diametrul teșiturii trebuie să fie mai mare ca diametrul găurii inițiale, iar unghiul la vârful conului să se afle în intervalul (0°, 180°).

În cazul *Counterdrilled*, diametrul porțiunii lărgite trebuie să fie mai mare ca diametrul găurii simple, adâncimea acesteia va fi mai mare ca adâncimea găurii alezate, iar unghiul la vârf al porțiunii conice să fie cuprins în intervalul (0°, 180°).

Indiferent de alegerea tipului găurii, utilizatorul trebuie să specifice limitele pe care le dorește la găurire. În acest sens, CATIA prezintă cinci tipuri de limite, și anume: *Blind*, *Up to next*, *Up to last*, *Up to plane* și *Up to surface*, conform reprezentărilor din figura 3.36.

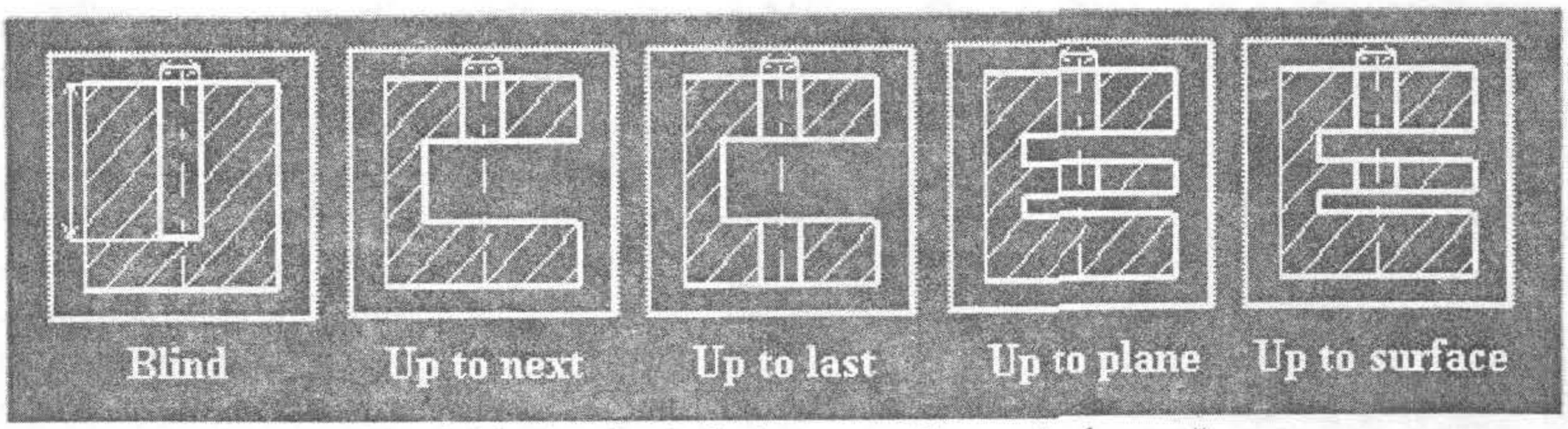


Fig. 3.36. Tipurile de limite pentru fiecare tip de gaură

În cazul tipului de limită *Blind*, se va crea o gaură simplă, definită numai de diametrul și de adâncimea sa. În cazul *Up to next*, gaura va perfora corpul până când ajunge în exteriorul acestuia (prima suprafață liberă). În cazul *Up to last*, gaura va trece prin tot corpul, indiferent câte suprafețe libere întâlnește, iar în cazurile *Up to plane* și *Up to surface*, utilizatorul va indica un plan (o suprafață) aparținând corpului, ca fiind limita până la care se execută găurirea.

În unele cazuri, este necesar ca găurile să fie filetate, CATIA punând la dispoziția utilizatorului două tipuri standard de filete (*Metric Thin Pitch* și *Metric Thick Pitch*), dar și unul nestandard. În acest ultim caz, toți parametrii filetului (diametrul și pasul filetului, diametrul găurii

filetate, adâncimea de filetare şi adâncimea găurii filetate) putând fi modificaţi în funcţie de necesităţi.

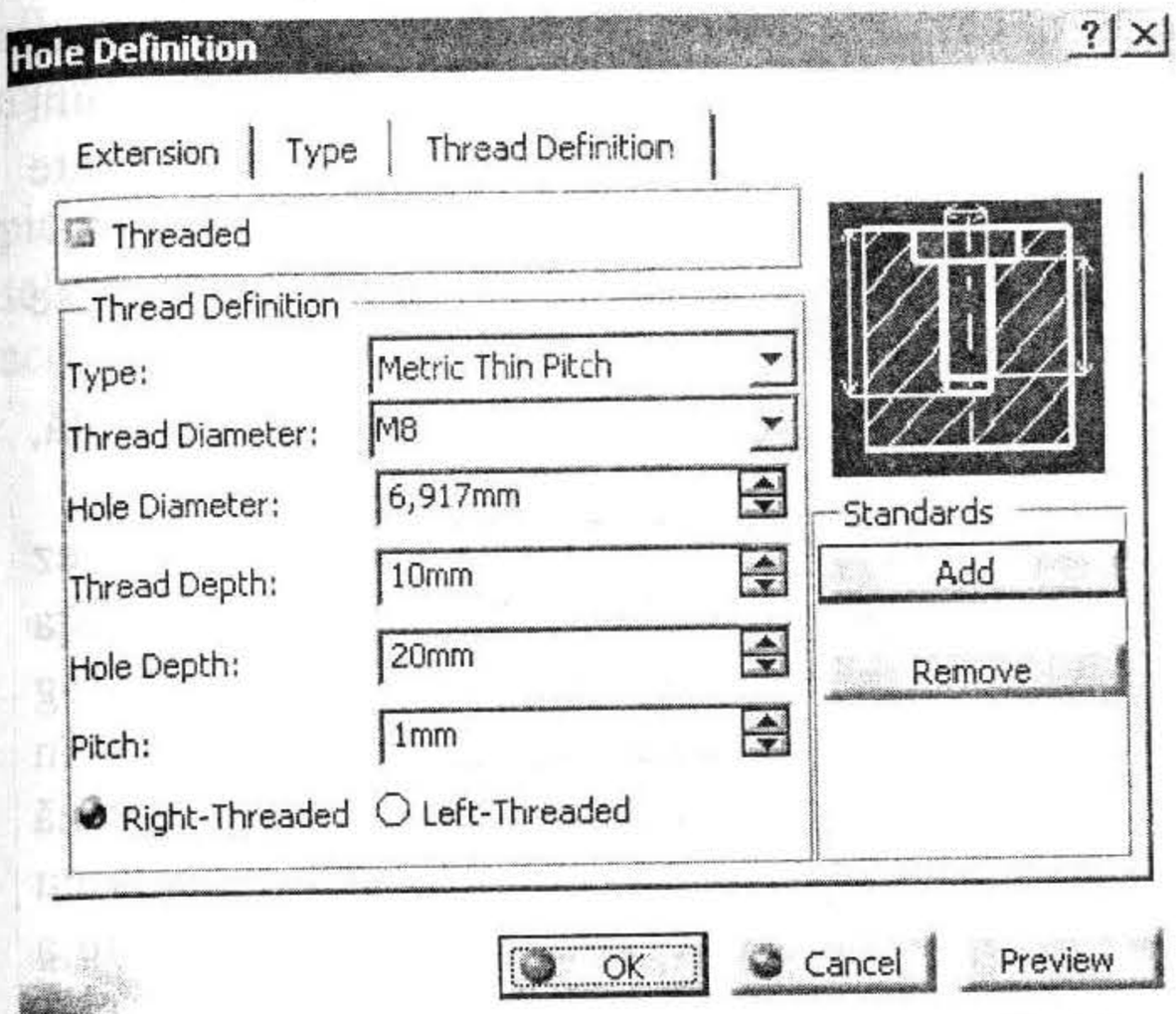


Fig. 3.37. Alegerea tipului de filet din fereastra de dialog *Hole Definition*

Pentru ca o gaură să fie filetată, în fereastra de dialog "*Hole Definition*" (figura 3.37) se bifează opţiunea "*Threaded*", se alege tipul de filet şi diametrul metric al acestuia. Pentru "*Metric Thin Pitch*", diametrul ia valori între M8 şi M39, iar pentru "*Metric Thick Pitch*", diametrul ia valori între M1 şi M90.

Aceste standarde incluse în CATIA pot fi modificate, oferind utilizatorului posibilitatea de a-şi adăuga propriile valori (pasul şi diametrul de fund al filetului).

Implicit, este calculat diametrul găurii în concordanţă cu diametrul de filetare şi tipul standard de filet. De asemenea, pasul filetului este calculat automat în funcţie de diametrul de filetare şi tipul standard de filet.

Din secţiunea "*Standards*", apăsând butonul [Add], se pot adăuga în listă şi alte standarde de filete definite de utilizator.

Crearea unei găuri presupune mai multe etape şi condiţii, prima dintre acestea fiind existenţa unui corp, de formă oarecare, pe care se va poziţiona gaura respectivă. În arborele de specificaţii se selectează o faţă a corpului (*Pad.1*), apoi se apasă pe pictograma "*Hole*", afişându-se fereastra de dialog "*Hole Definition*". În figura 3.38 se observă că această fereastră de dialog oferă posibilitatea definirii tipului de limită pentru executarea găurii, a diametrului şi direcţiei sale (implicit, normală la suprafaţă), dar şi a poziţiei centrului cercului ce defineşte gaura.

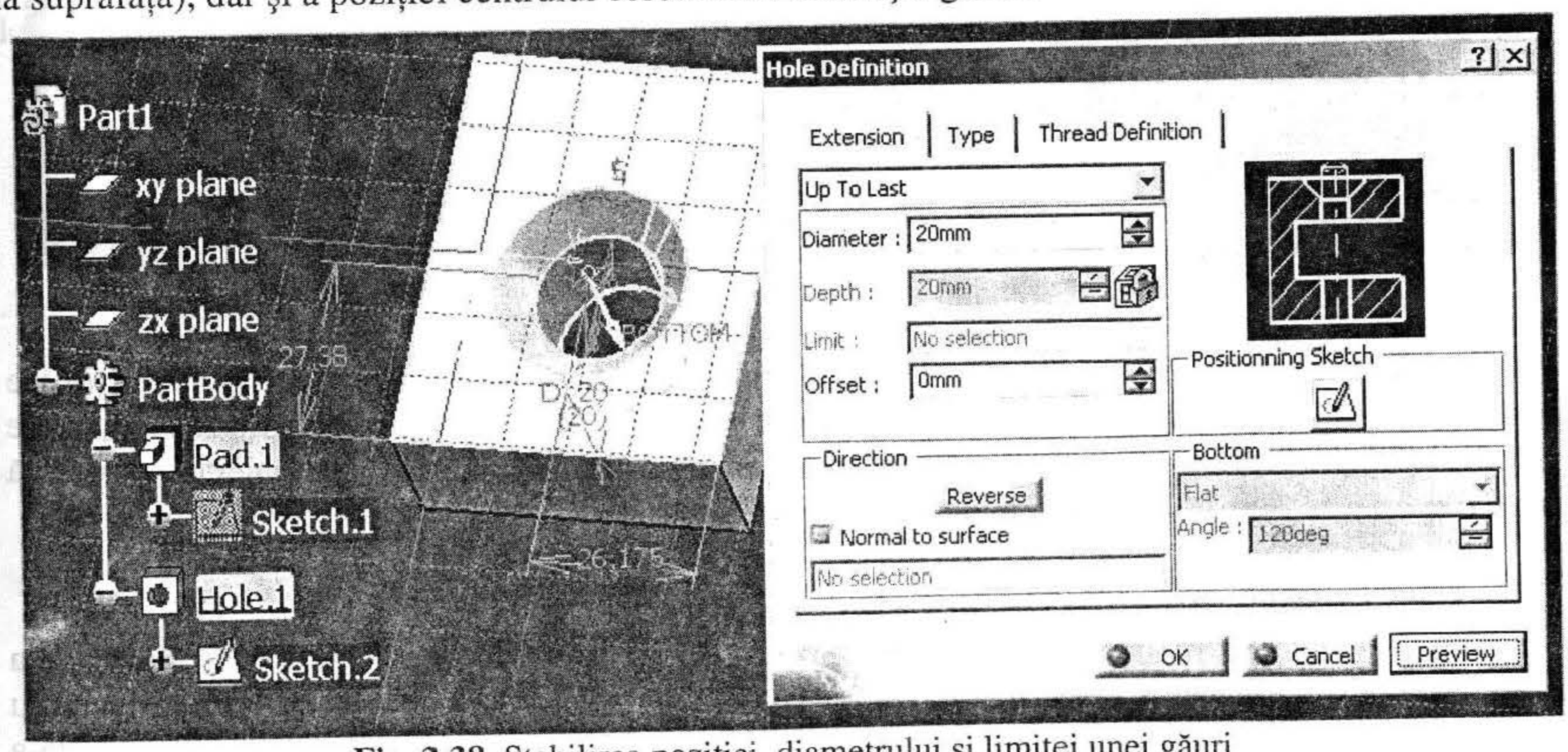


Fig. 3.38. Stabilirea poziţiei, diametrului şi limitei unei găuri

În fereastra de dialog "*Hole Definition*", prin apăsarea butonului [Positioning Sketch] se modifică poziţia găurii, pe faţa selectată a corpului, cu ajutorul instrumentului *Constraint*

(constrângere) a modulului CATIA Sketcher. În cazul prezentat în figura 3.38, constrângerea se realizează prin stabilirea distanțelor între centrul găurii și două din laturile paralelipipedului.

Odată poziționarea încheiată, se indică diametrul găurii și limita de adâncime pe care aceasta se execută (vezi figura 3.36). Cu excepția tipului de limită "*Blind*", toate celelalte limite sunt calculate automat de program, valorile lor sunt afișate în câmpul "*Depth*", dar nu pot fi modificate de utilizator.

De asemenea, așa cum s-a arătat anterior, tot din fereastra de dialog "*Hole Definition*", se mai definesc tipul găurii și parametrii de filetare ai acesteia.

Piesele mecanice necesită deseori găuri care nu sunt perpendiculare pe o anumită suprafață, ci au o direcție oarecare, stabilită de proiectant, pe baza rolului funcțional.

Pentru exemplificare, în modulul CATIA Sketcher se creează un profil de forma unui trapez (*Sketch.1*), care se extrudează până formează corpul *Pad.1* din figura 3.39. Se selectează fața superioară a corpului și se apasă pictograma "*Hole*" pentru a poziționa gaura. În fereastra de dialog "*Hole Definition*", prin apăsarea butonului [Positioning Sketch] se modifică poziția găurii, iar în zona "*Direction*" se debifează opțiunea "*Normal to surface*". În mod predefinit, CATIA creează gaura perpendicular pe suprafață. În acest caz, însă, este necesar ca axa găurii să fie paralelă cu muchia înclinată a trapezului (*Edge.1*), care devine, din acest moment, noua direcție de orientare a axei (figura 3.39).

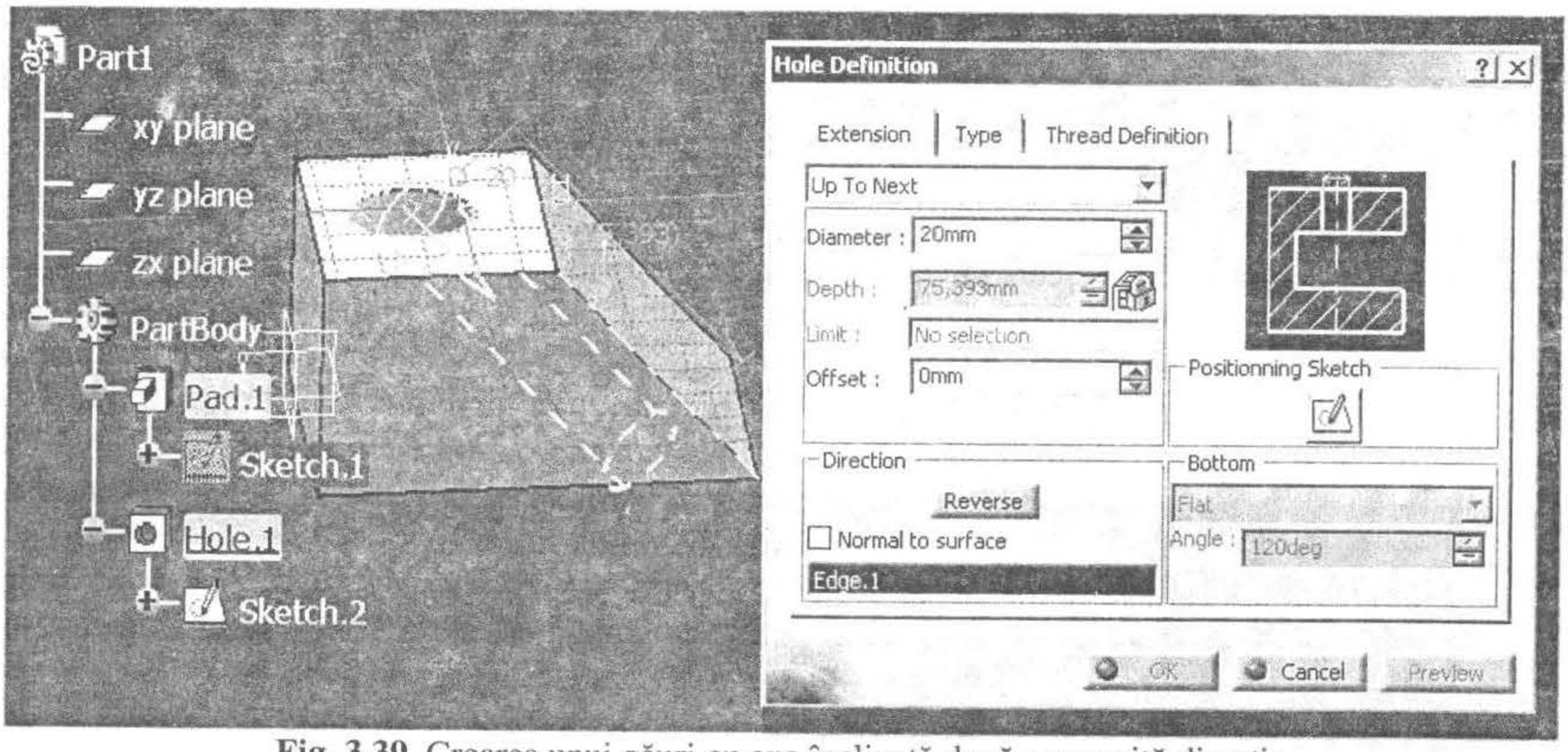


Fig. 3.39. Crearea unui găuri cu axa înclinată după o anumită direcție

Astfel, pentru a obține găuri care nu sunt perpendiculare pe suprafețele care le susțin, se folosesc diferite construcții ajutătoare (linii, axe) sau se selectează ca direcție unul dintre elementele de tip linie sau axă, aflate în desenul curent. În cazul prezentat anterior, s-a ales muchia respectivă pentru ca gaura să fie paralelă cu fața înclinată a corpului.

3.3.1.6. Instrumentul de modelare Rib

Instrumentul de modelare *Rib* se utilizează la extrudarea prin deplasare a unui profil de-a lungul unei curbe, pentru a crea material. Din acest punct de vedere, *Rib* se poate asemăna cu instrumentul de modelare *Pad*, dar extrudarea nu se mai realizează de-a lungul unui drepte, ci de-a lungul unei curbe.

Spre exemplificare, în modulul CATIA Sketcher se desenează un cerc (*Sketch.1*), care va fi apoi extrudat de-a lungul unei curbe pentru a obține un corp oarecare de formă tubulară. Centrul cercului de extrudare se recomandă a fi chiar în originea sistemului de coordonate, în planul XY.

În planul perpendicular pe cel în care a fost trasat cercul se desenează o curbă oarecare (*Sketch.2*), utilizată ca direcție pentru deplasarea cercului. Această curbă nu este obligatoriu să se afle în interiorul cercului sau acesta să fie poziționat la unul dintre capete. Cele două profile pot avea orice poziție.

În arborele de specificații se selectează cercul (profilul *Sketch.1*), apoi se apasă pe pictograma "*Rib*", afișându-se fereastra de dialog "*Rib Definition*". În câmpul "*Profile*" este deja selectat cercul (*Sketch.1*), iar în câmpul "*Center curve*" utilizatorul va selecta curba (*Sketch.2*). În acest exemplu, prezentat în figura 3.40, se utilizează opțiunea "*Keep angle*".

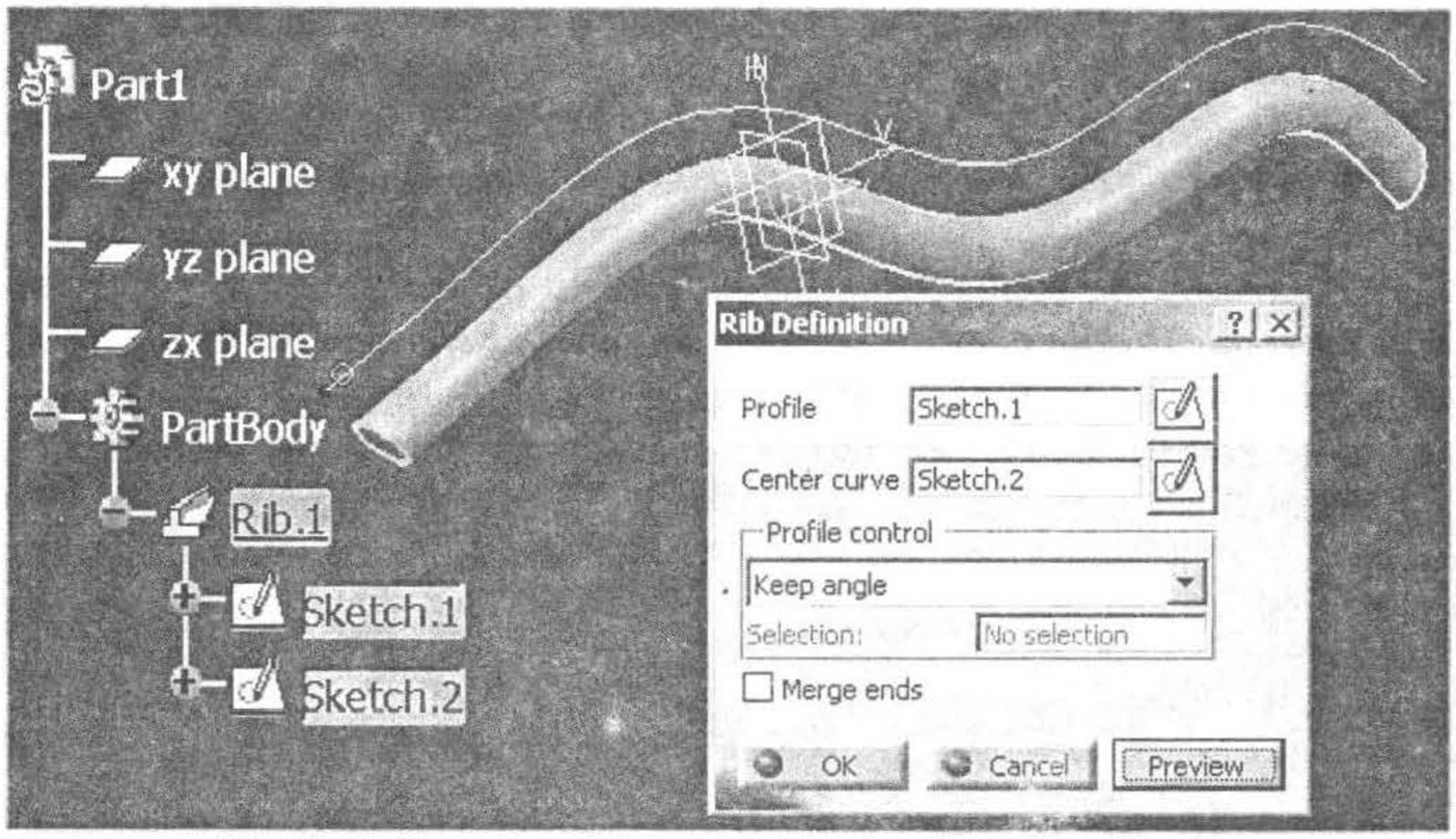


Fig. 3.40. Extrudare *Rib* a unui cerc de-a lungul unei curbe

"*Keep angle*" specifică faptul că unghiul dintre planul care conține profilul de extrudat și tangenta la curbă rămâne constant.

Prin intermediul opțiunii "*Pulling direction*", utilizatorul stabilește că profilul va fi extrudat de-a lungul curbei, respectând o anumită direcție, definită prin selecția unui plan sau a unei linii.

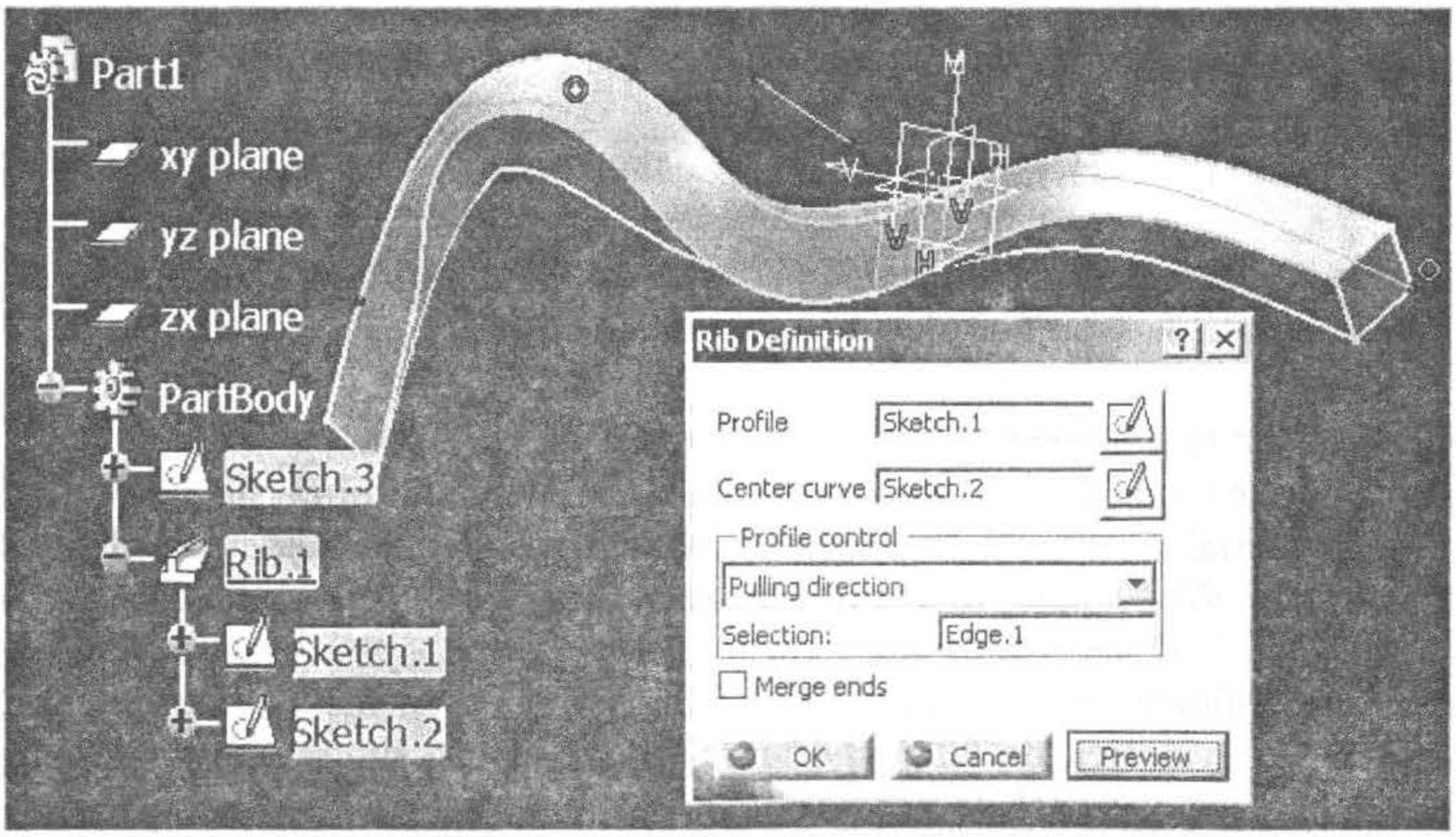


Fig. 3.41. Extrudare utilizând opțiunea *Pulling direction*

Pentru a obține corpul din figura 3.41 se creează un dreptunghi (*Sketch.1* în planul XY), o curbă oarecare (*Sketch.2* în planul YZ) și o linie (*Sketch.3* în planul ZX). Astfel, cele trei profile

create se află în plane ortogonale. În arborele de specificații se selectează dreptunghiul (*Sketch.1*), apoi se apasă pe pictograma "*Rib*", pentru afișarea ferestrei de dialog "*Rib Definition*". În câmpul "*Profile*" este deja selectat dreptunghiul (*Sketch.1*), iar în câmpul "*Center curve*" utilizatorul va selecta curba (*Sketch.2*). În zona "*Profile control*" se alege opțiunea "*Pulling direction*", iar ca selecție (câmpul "*Selection*") se folosește linia (*Sketch.3*), care apare sub numele "*Edge.1*" în fereastra de dialog "*Rib Definition*".

Utilizând opțiunea "*Reference surface*", utilizatorul stabilește că profilul va fi extrudat de-a lungul unei curbe, respectând limitele unei anumite suprafețe.

Pentru exemplificare, în modulul CATIA Sketcher, în planul XY, se desenează un profil oarecare (*Sketch.1*) care se extrudează, obținând corpul din figura 3.42. Pe fața înclinată a acestuia se trasează o curbă (*Sketch.2*), ce va reprezenta direcția de extrudare *Rib*. De asemenea, în planul YZ se creează ca profil de extrudare un cerc (*Sketch.3*).

În arborele de specificații se selectează cercul respectiv, (*Sketch.3*), apoi se apasă pictograma "*Rib*", afișându-se fereastra de dialog "*Rib Definition*". În câmpul "*Center curve*" se selectează curba (*Sketch.2*). În zona "*Profile control*" se alege opțiunea "*Reference surface*", iar ca selecție se alege fața înclinată a corpului, care apare sub numele "*Face.1*".

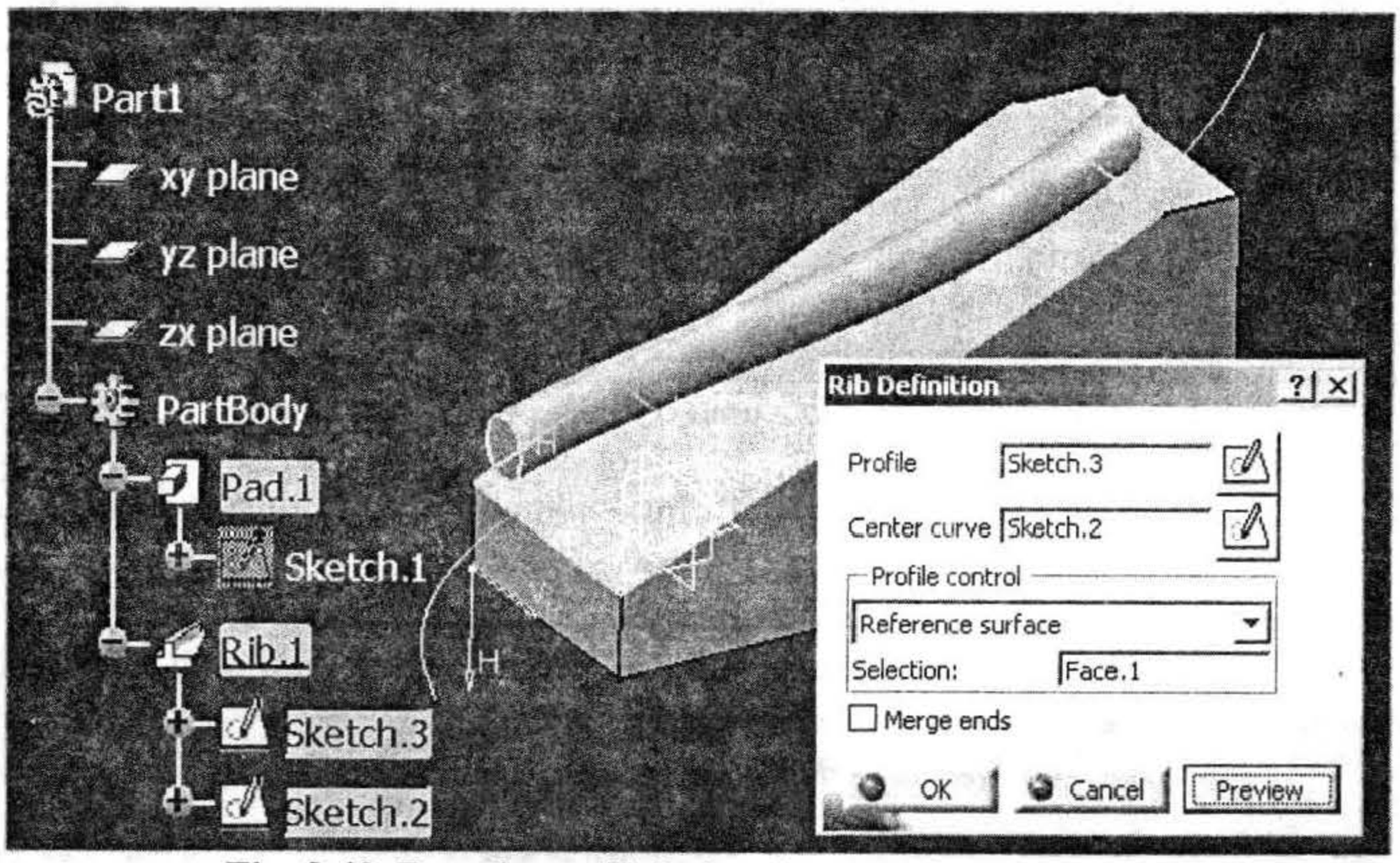


Fig. 3.42. Extrudare utilizând opțiunea *Reference surface*

Astfel, se observă că profilul (cercul) nu este extrudat *Rib* de-a lungul întregii curbe, ci numai în limitele impuse de suprafața aleasă ca referință.

3.3.1.7. Instrumentul de modelare Slot

Instrumentul de modelare *Slot* este utilizat la deplasarea unui profil de-a lungul unei curbe, pentru a înlătura material dintr-un solid. Din acest punct de vedere, se poate considera că *Slot* este opusul instrumentului *Rib*. Totuși, în cazul *Slot*, este necesar un corp solid din care se extrage materialul.

Pentru exemplificare, în modulul CATIA Sketcher se desenează un dreptunghi (*Sketch.1*), care se extrudează cu valoarea de 20 mm (figura 3.43). Pe una dintre fețele dreptunghiului se desenează o curbă oarecare (*Sketch.2*), considerată drept traiectorie de deplasare pentru un alt profil (*Sketch.3*). În urma acestei deplasări, din corpul *Pad.1* se va extrage materialul rezultat prin intersecția acestuia cu traiectoria profilului *Sketch.3*.

În figură se prezintă paralelipipedul (*Pad.1*), curba (*Sketch.2*), situată pe una din fețele sale și un cerc (*Sketch.3*), aflat într-un plan perpendicular pe planul ce conține curba de deplasare.

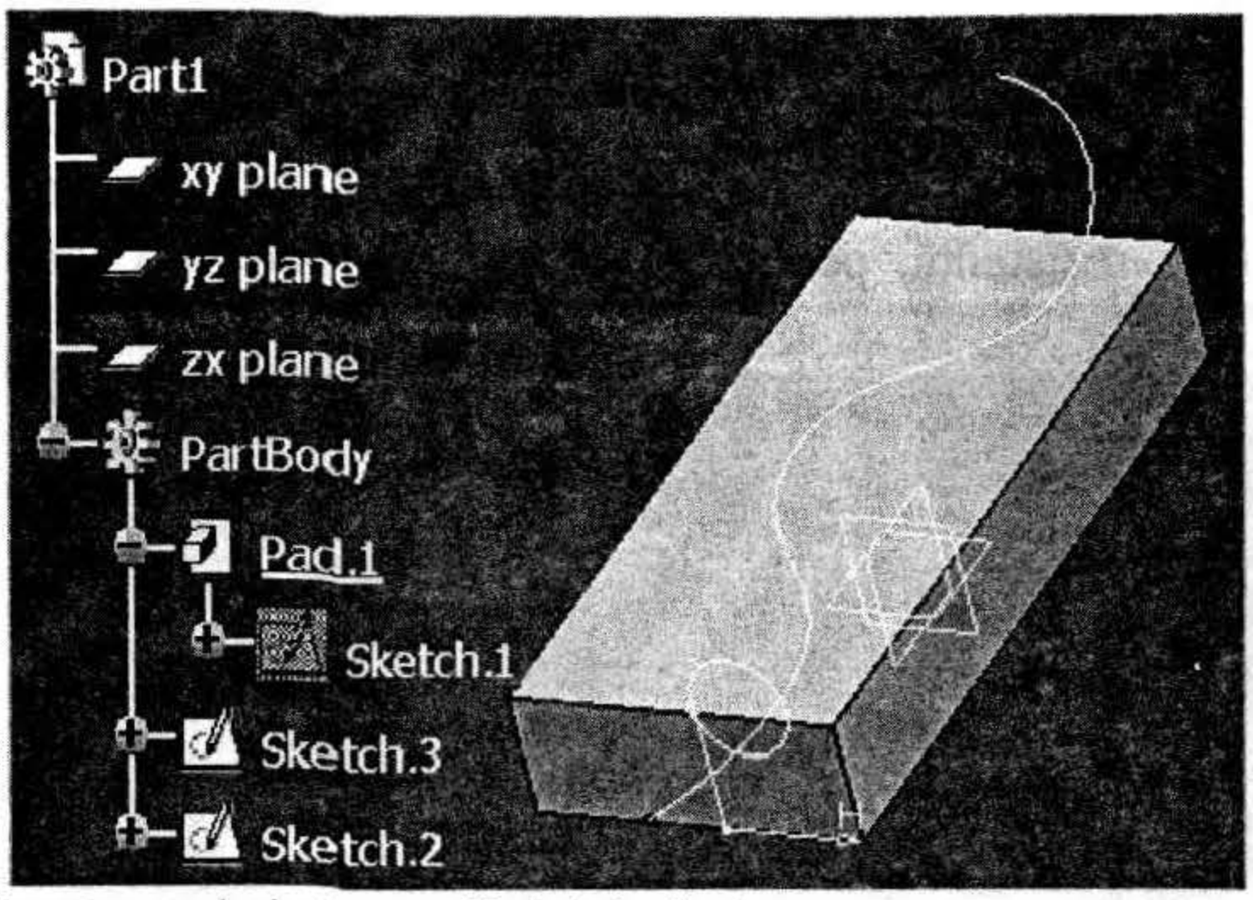


Fig. 3.43. Crearea curbei şi a profilului de deplasare pentru extragerea materialului

În arborele de specificații se selectează cercul (profilul *Sketch.3*), apoi se apasă pe pictograma "*Slot*", afişându-se fereastra de dialog "*Slot Definition*". În câmpul "*Profile*" este deja selectat cercul (*Sketch.3*), iar în câmpul "*Center curve*" utilizatorul va selecta curba (*Sketch.2*). Pentru acest exemplu se foloseşte opțiunea "*Keep angle*".

În figura 3.44 se prezintă rezultatul aplicării instrumentului de modelare *Slot* pe suprafața paralelipipedului.

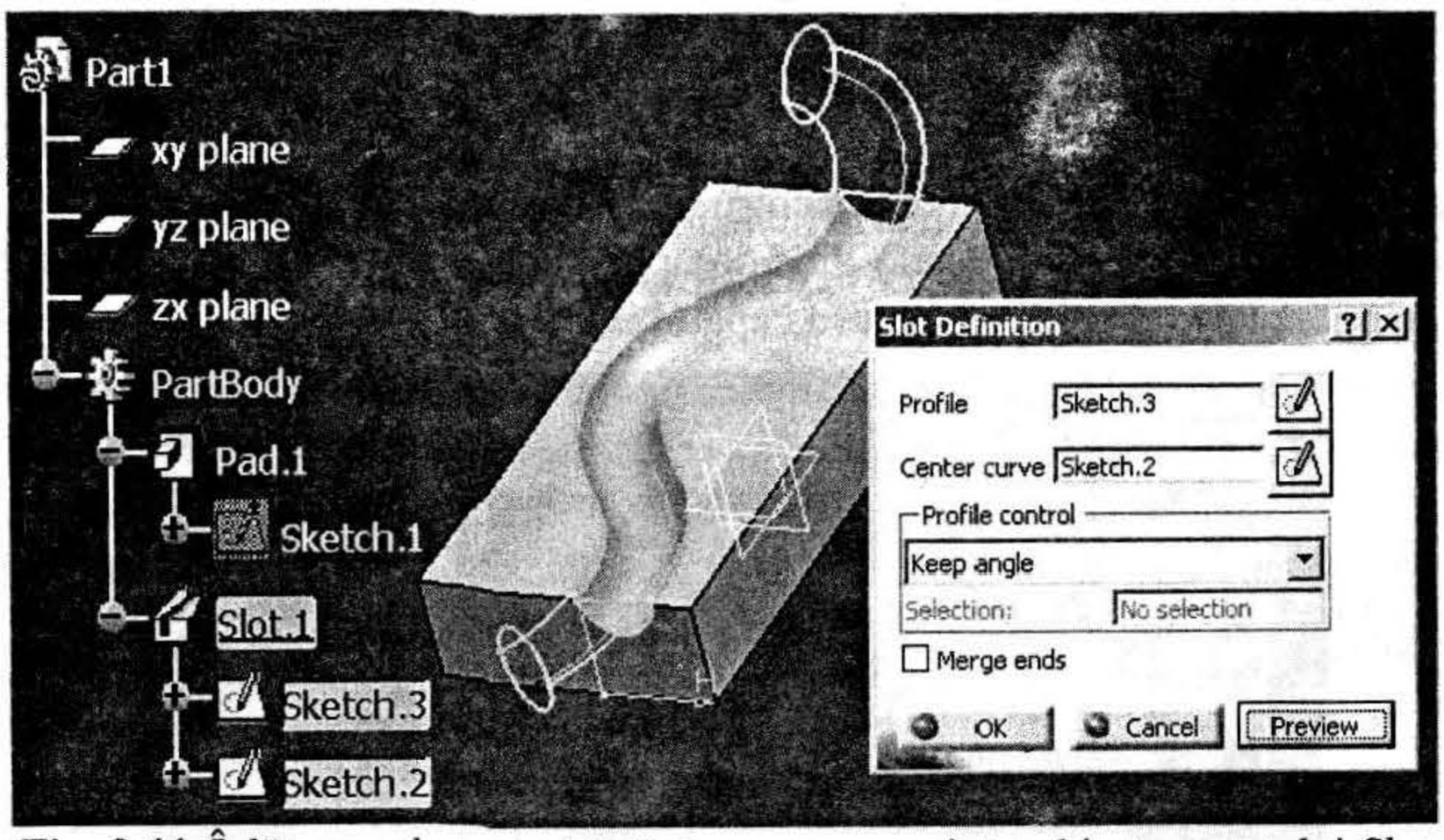


Fig. 3.44. Înlăturare de material dintr-un corp cu ajutorul instrumentului *Slot*

Ca şi instrumentul de modelare *Rib*, *Slot* mai prezintă în zona "*Profile control*" şi opțiunile "*Pulling direction*" şi "*Reference surface*", cu utilizare similară celor prezentate în cazul *Rib*.

Instrumentele de modelare *Rib* şi *Slot* sunt foarte utile în crearea profilelor complexe cu multe detalii, aplicând, respectiv, înlăturând material dintr-un corp. Complexitatea profilului de adăugat se defineşte simplu, într-o schiță, orice modificare ulterioară fiind posibilă.

3.3.1.8. Instrumentul de modelare Stiffener

Instrumentul de modelare *Stiffener* se utilizează pentru adăugarea uneia sau a mai multor nervuri la piese, pentru a deveni mai rezistente la solicitări mecanice.

Nervurile sunt utilizate, în special, atunci când piesa are pereții subțiri şi a căror rigiditate trebuie crescută, fără a le modifica forma şi/sau grosimea. De asemenea, rigidizarea prin nervuri

este folosită şi pentru mărirea rezistenței corpurilor înalte şi subțiri, plasate pe o anumită suprafață (plăci, distanțiere, suporturi etc.).

Ca exemplu, se consideră piesa de tip placă din figura 3.45, la care se consideră necesară adăugarea unei nervuri de rezistență, pe o singură parte a peretelui vertical, în dreptul găurii executate în acesta.

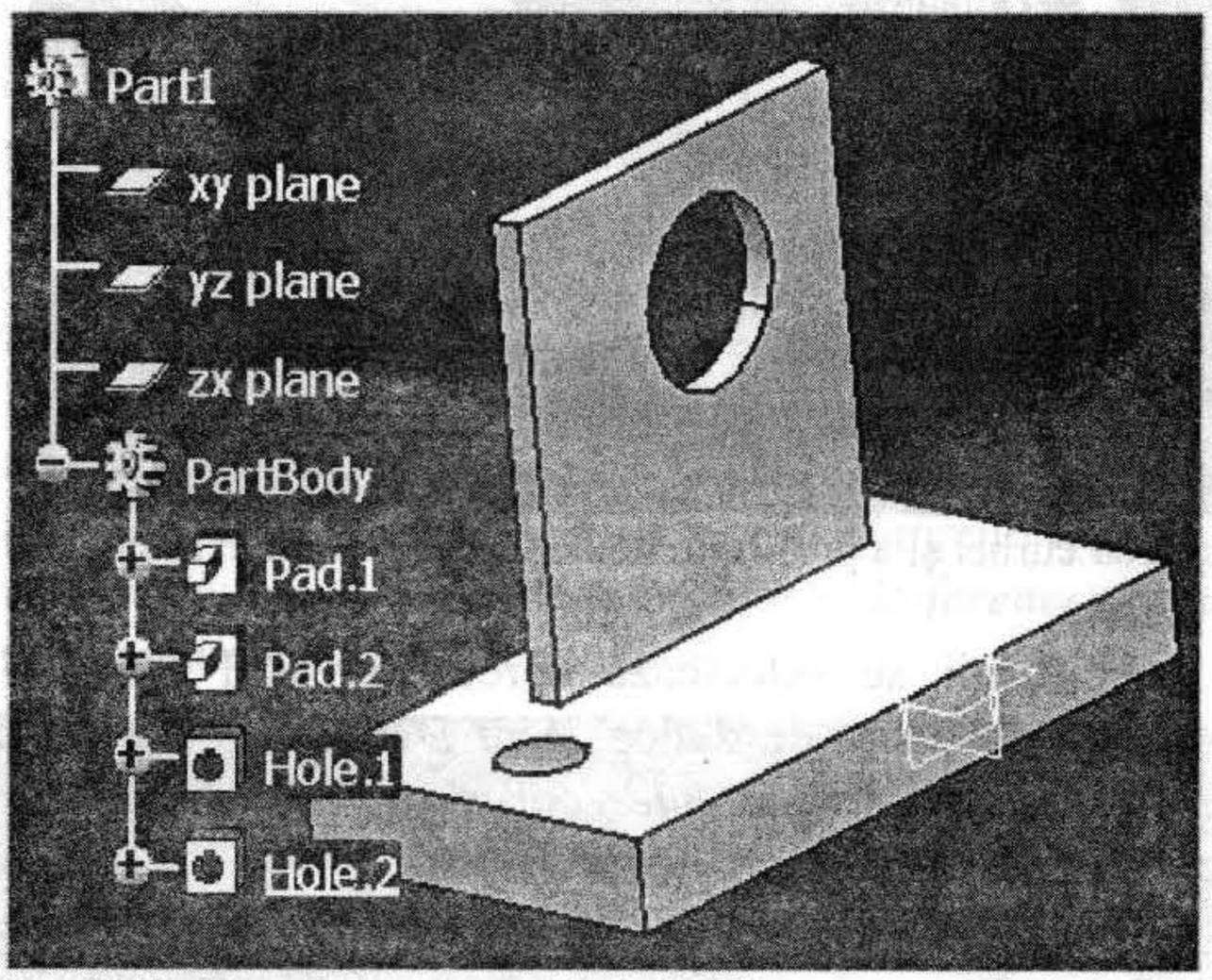


Fig. 3.45. Piesa la care se aplică rigidizarea peretelui vertical

Într-un plan perpendicular (*Plane.1*) pe peretele vertical se creează profilul nervurii (*Sketch.7*), format dintr-o linie care unește acest perete de suprafața plană a plăcii de bază. La capetele liniei se pun condiții de coincidență pentru ca *Stiffener* să se aplice corect.

Astfel, în figura 3.46, profilul este o linie dreaptă; capătul superior este deja constrâns, dar se observă şi constrângerea de coincidență pentru capătul inferior al liniei.

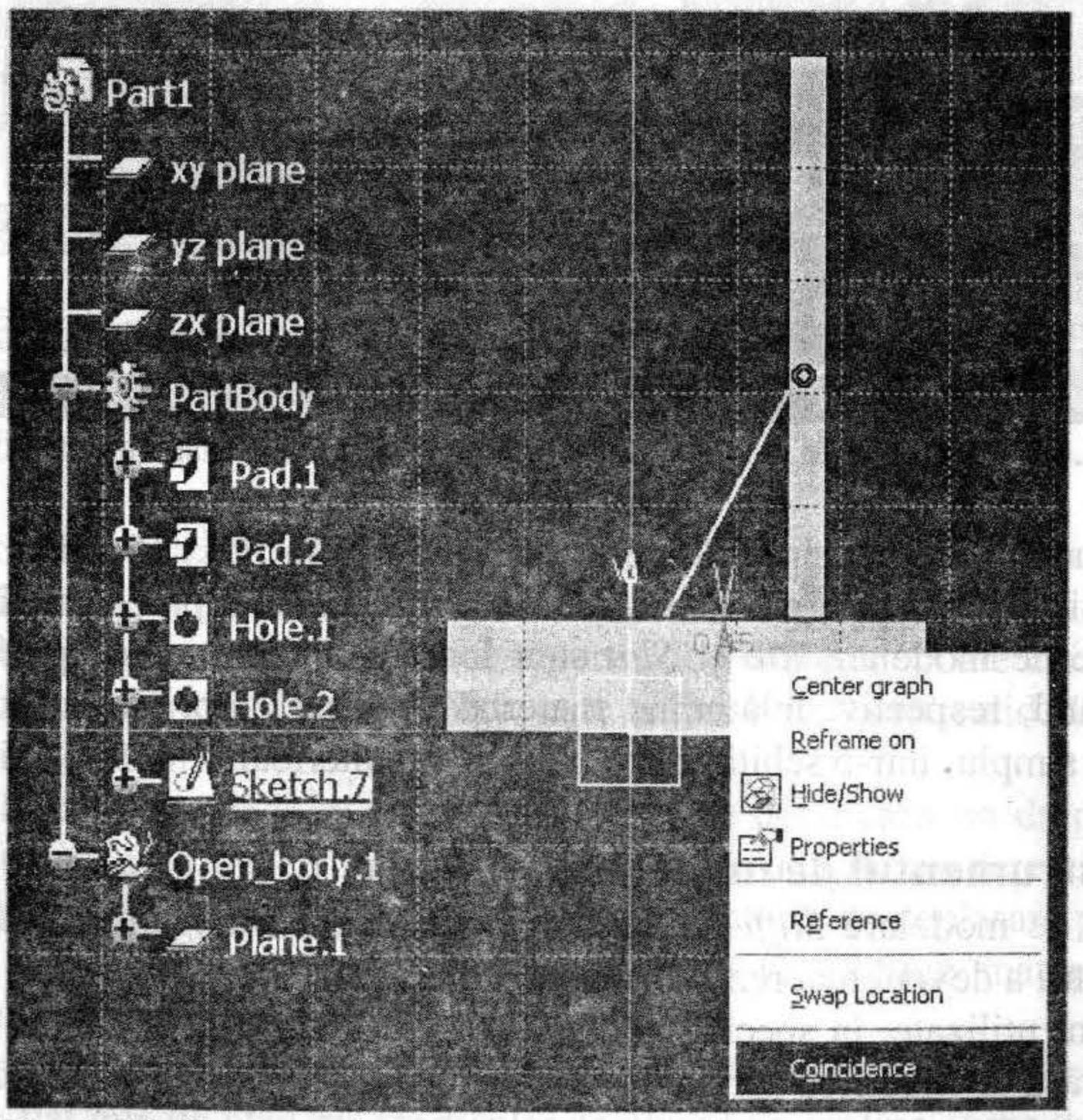


Fig. 3.46. Crearea şi constrângerea profilului pentru nervură

În arborele de specificații se selectează linia (*Sketch.3*), apoi se apasă pe pictograma "*Stiffener*", afișându-se fereastra de dialog "*Stiffener Definition*". În câmpul "*Profile*" este deja selectată linia (*Sketch.7*), iar în câmpul "*Thickness1*" se consideră o valoare, reprezentând grosimea nervurii (de exemplu, 5 mm).

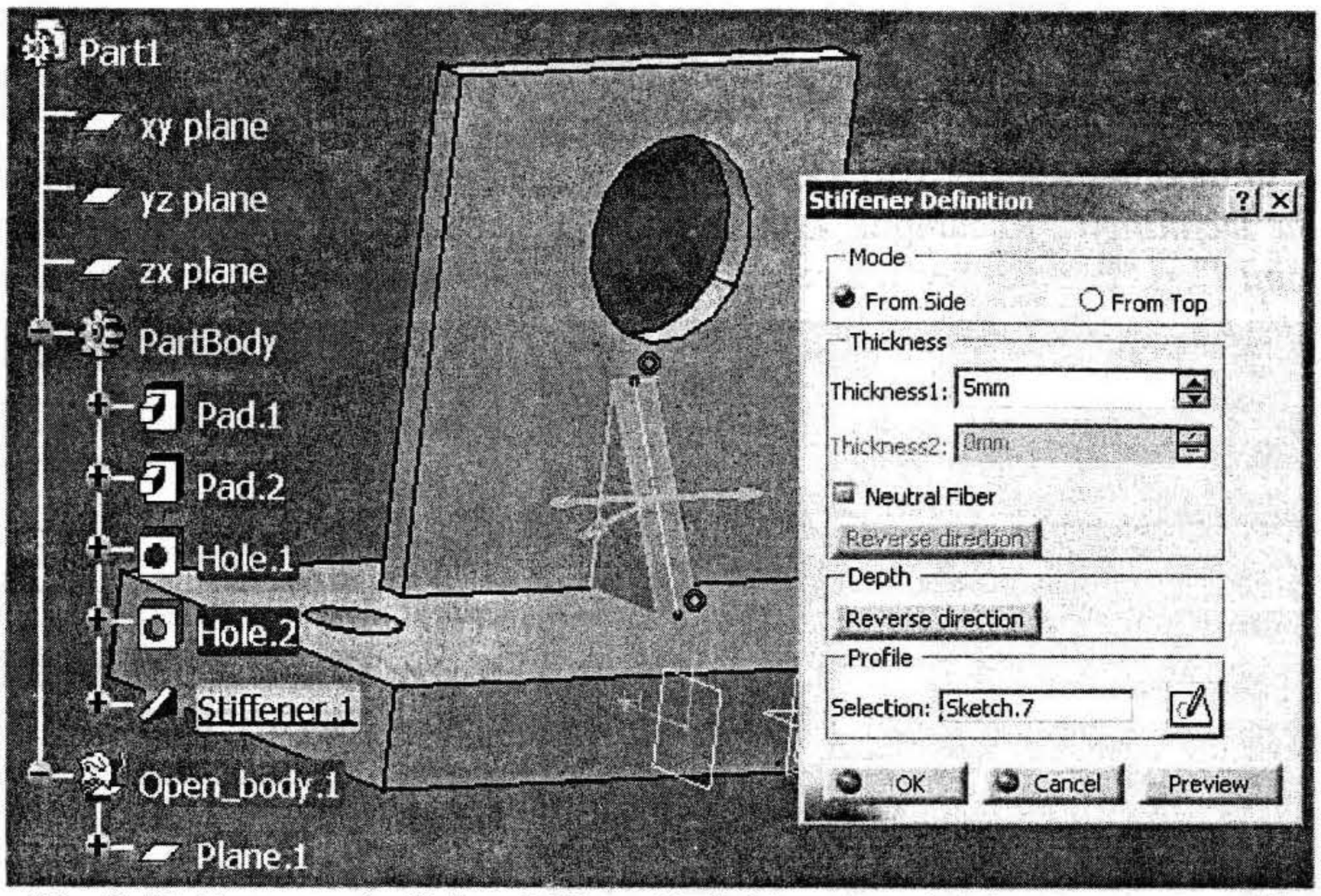


Fig. 3.47. Fereastra de dialog *Stiffener Definition* şi modul de creare a nervurii

De asemenea, în fereastra de dialog "*Stiffener Definition*", dacă se debifează opțiunea "*Neutral Fiber*", utilizatorul poate alege de care parte a profilului se va adăuga nervura. În reprezentarea din figura 3.47, opțiunea "*Neutral Fiber*" este bifată, aplicarea nervurii făcându-se simetric, câte 2,5 mm de fiecare parte a profilului.

Profilul care stă la baza creării nervurii poate avea orice formă, condițiile de coincidență rămânând valabile. Astfel, nervura din figura 3.48 este creată după un profil oarecare şi aplicată doar în partea stângă a acestuia.

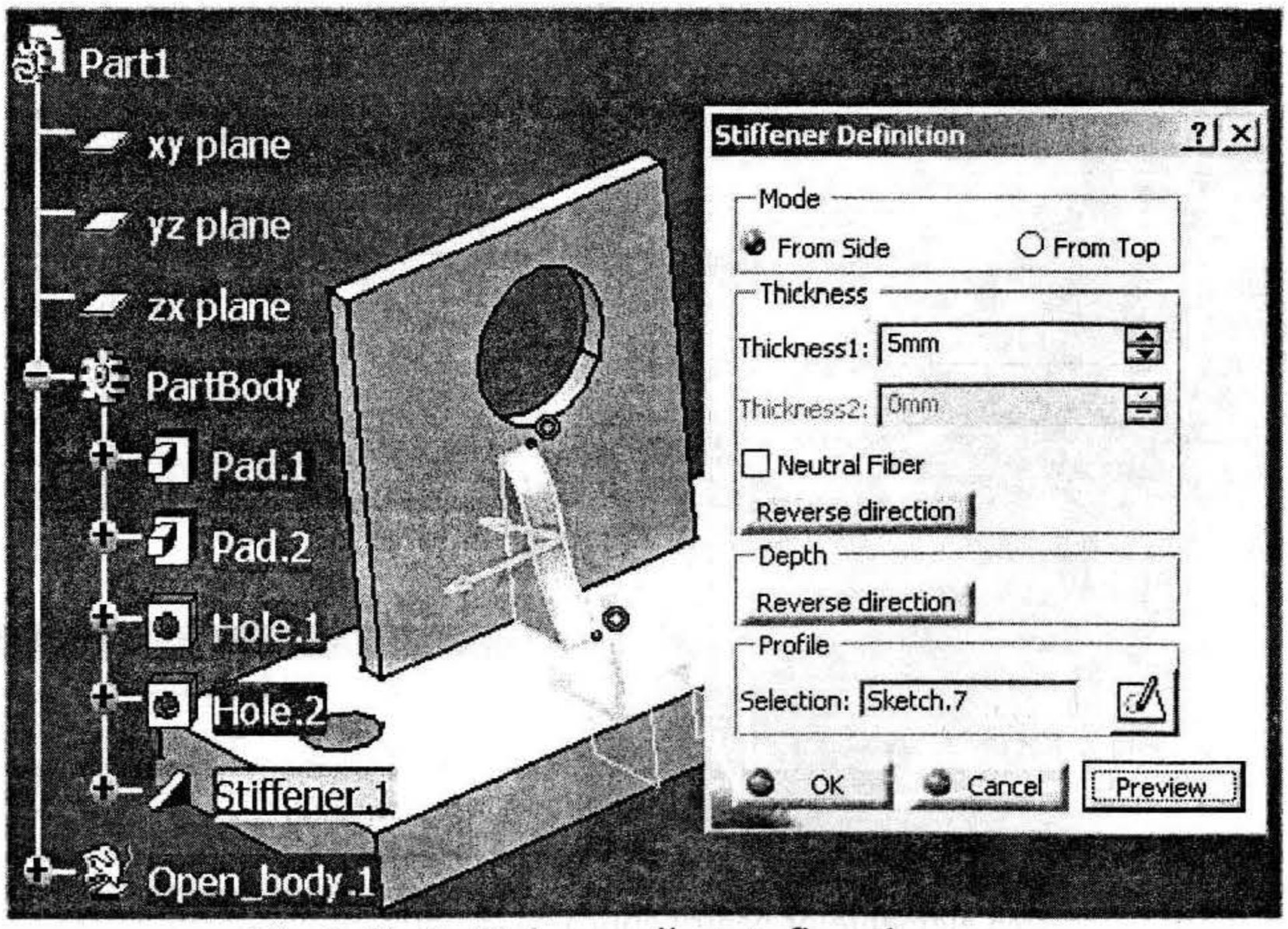


Fig. 3.48. Profilul nervurii poate fi unul oarecare

3.3.1.9. Instrumentul de modelare Loft

Instrumentul de modelare *Loft* servește la deplasarea unuia sau mai multor profile plane de-a lungul unor curbe de ghidare, obținând un volum închis. Din acest punct de vedere, se poate considera că *Loft* este asemănător instrumentului *Rib*.

Spre exemplificare, în modulul CATIA Sketcher, în planul YZ (figura 3.49) se desenează un profil oarecare (*Sketch.1*), iar într-un alt plan (*Plane.1*), paralel cu YZ, se desenează un dreptunghi (*Sketch.2*). Fiecare profil are câte 4 colțuri, ce vor fi unite, două câte două, cu linii.

Astfel, în modulul CATIA Part Design se apasă pe pictograma "*Line*", afișându-se fereastra de dialog "*Line Definition*". În câmpul "*Line Type*" se selectează opțiunea "*Point-Point*", iar pentru câmpurile "*Point 1*" şi "*Point 2*" se aleg cele două puncte corespondente de pe fiecare profil.

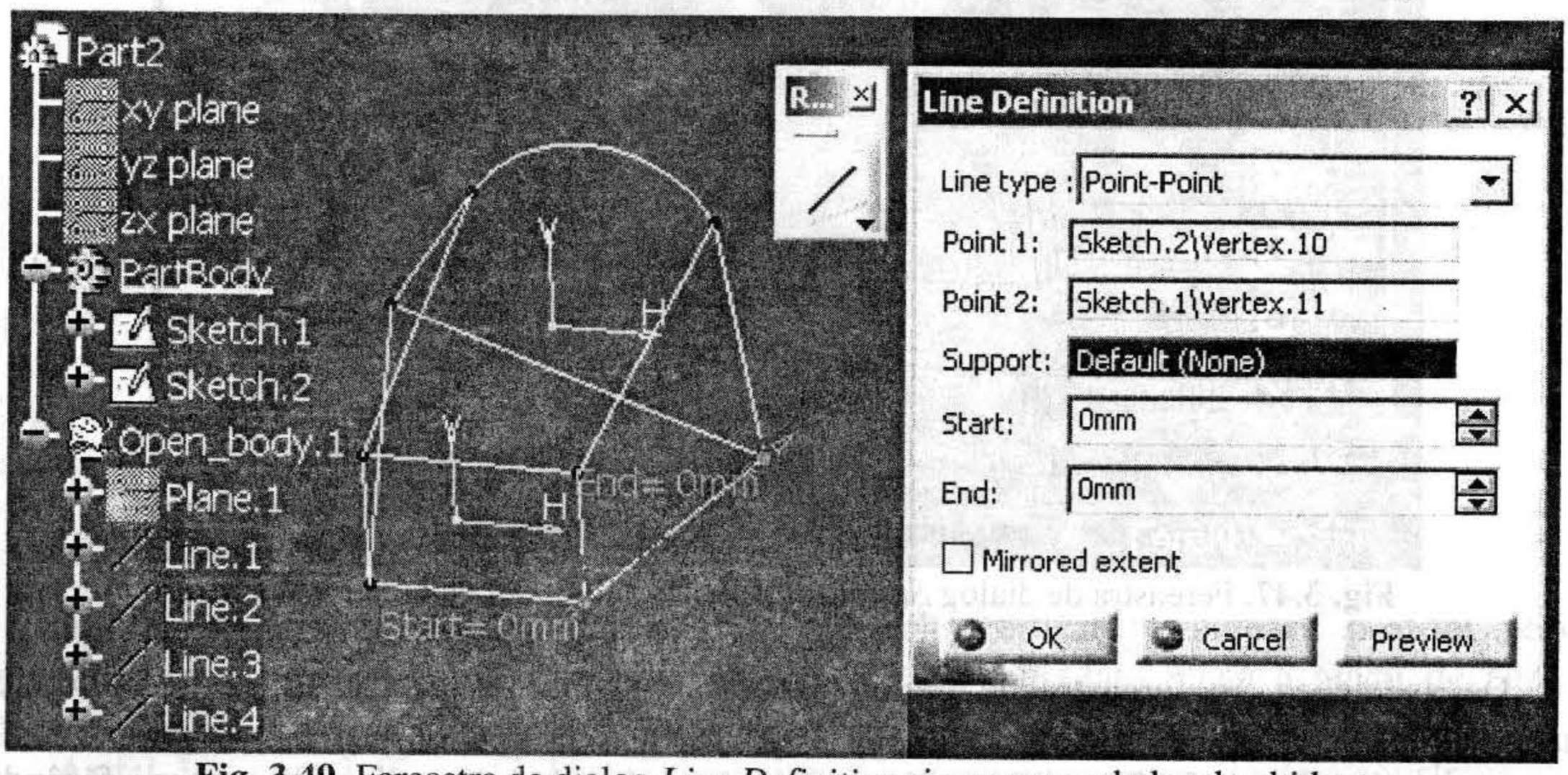


Fig. 3.49. Fereastra de dialog *Line Definition* şi crearea curbelor de ghidare

În arborele de specificații se selectează dreptunghiul (*Sketch.2*), apoi se apasă pe pictograma "*Loft*", afișându-se fereastra de dialog "*Loft Definition*". În câmpul "*Section*" este deja selectat dreptunghiul (*Sketch.2*), iar utilizatorul trebuie să mai selecteze profilul oarecare (*Sketch.1*). În câmpul "*Guide*" se selectează succesiv cele patru linii de ghidare (*Line.1* ... *Line.4*), așa cum se observă în figura 3.50.

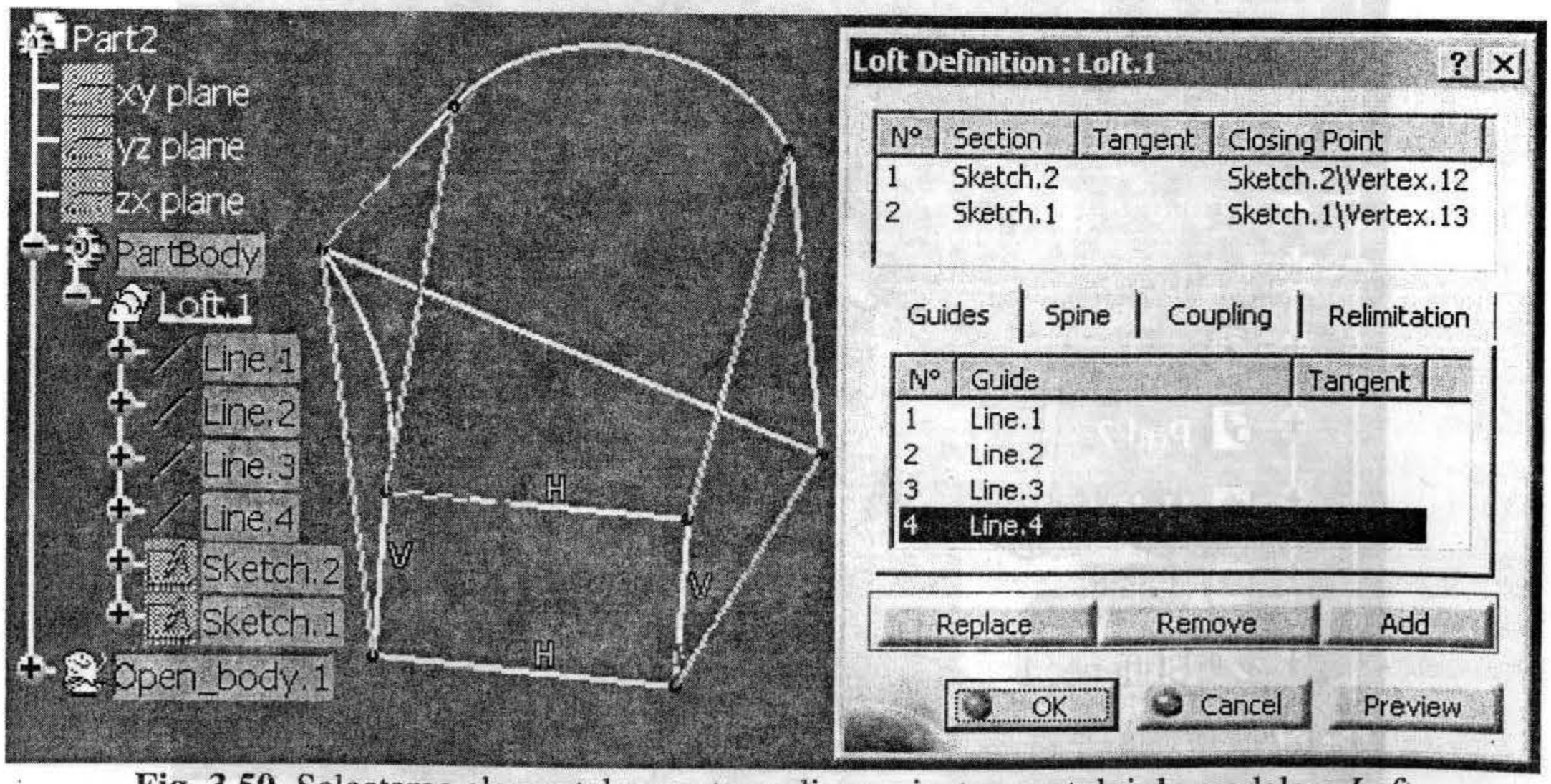


Fig. 3.50. Selectarea elementelor pentru aplicarea instrumentului de modelare *Loft*

Apăsând butonul [OK] se aplică instrumentul de modelare *Loft* asupra profilelor şi liniilor de ghidare desenate anterior, rezultând un volum închis, corpul din figura 3.51.

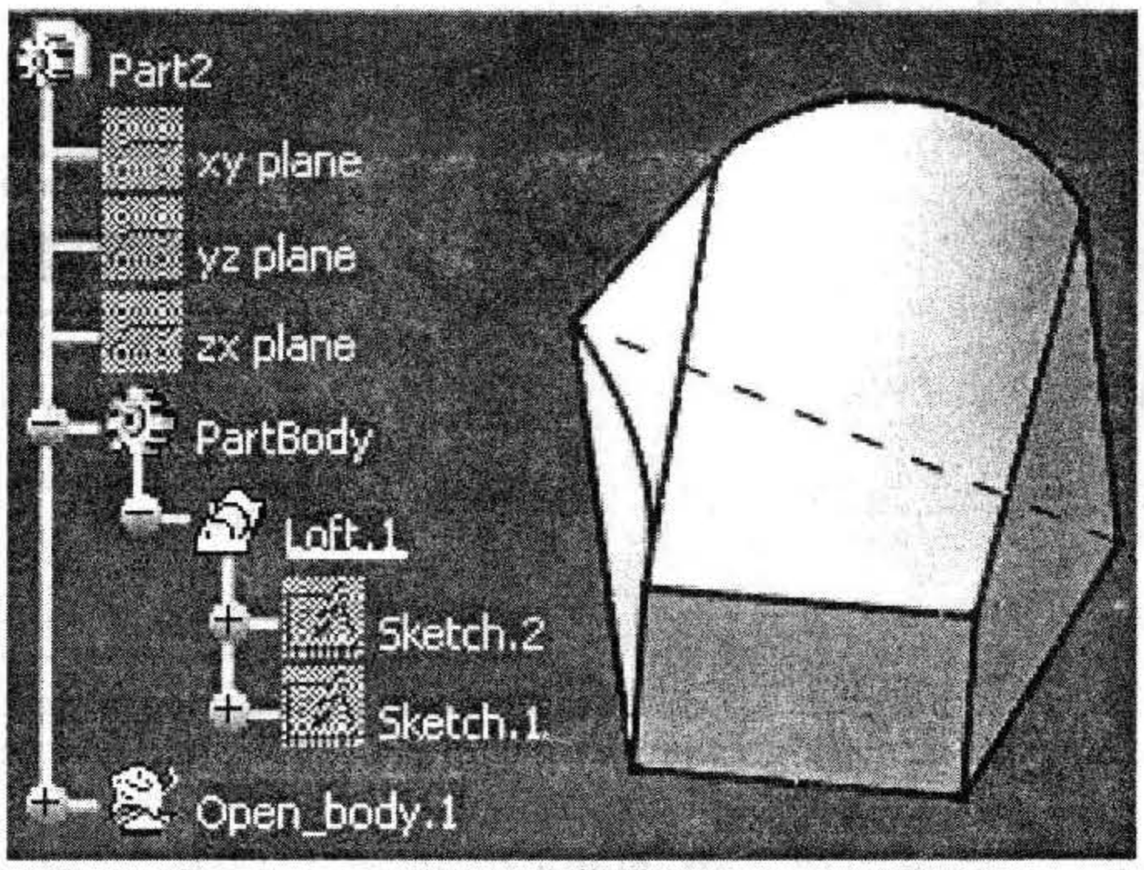


Fig. 3.51. Corp obținut prin intermediul instrumentului de modelare *Loft*

3.3.1.10. Instrumentul de modelare Removed Loft

Instrumentul de modelare *Removed Loft* se utilizează la deplasarea unuia sau mai multor profile plane de-a lungul unor curbe de ghidare, înlăturând volumul de material dintr-un alt corp. Din acest punct de vedere, se poate considera că *Removed Loft* este asemănător instrumentului *Slot*.

Ca exemplu, în modulul CATIA Sketcher, în planul XY (figura 3.52) se desenează un dreptunghi (*Sketch.1*) din care se va obține un paralelipiped, prin extrudare, utilizând instrumentul de modelare *Pad*.

Pe două dintre fețele opuse ale acestui paralelipiped se desenează câte un profil oarecare (*Sketch.2* şi *Sketch.3*), ca în figura 3.52.

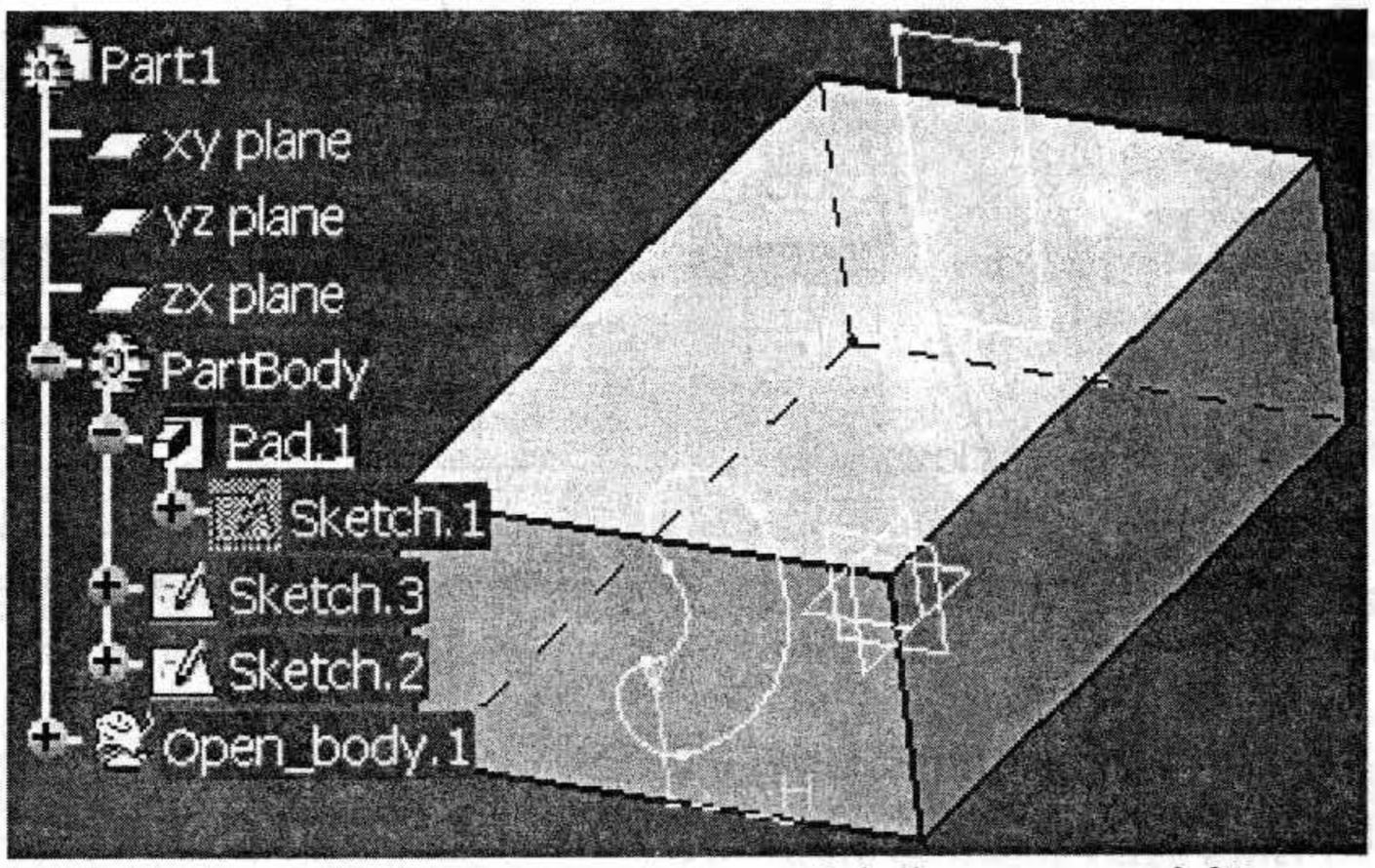


Fig. 3.52. Crearea profilelor de lucru şi a corpului din care se va înlătura material

Între cele două profile se trasează liniile de ghidare, utilizând acelaşi procedeu ca în cazul instrumentului de modelare *Loft*.

Astfel, în modulul Part Design se apasă pe pictograma "*Line*", afişându-se fereastra de dialog "*Line Definition*".

În câmpul "*Line Type*" se selectează opțiunea "*Point-Point*", iar pentru câmpurile "*Point 1*" şi "*Point 2*" se aleg cele două puncte corespondente de pe fiecare profil (figura 3.53).

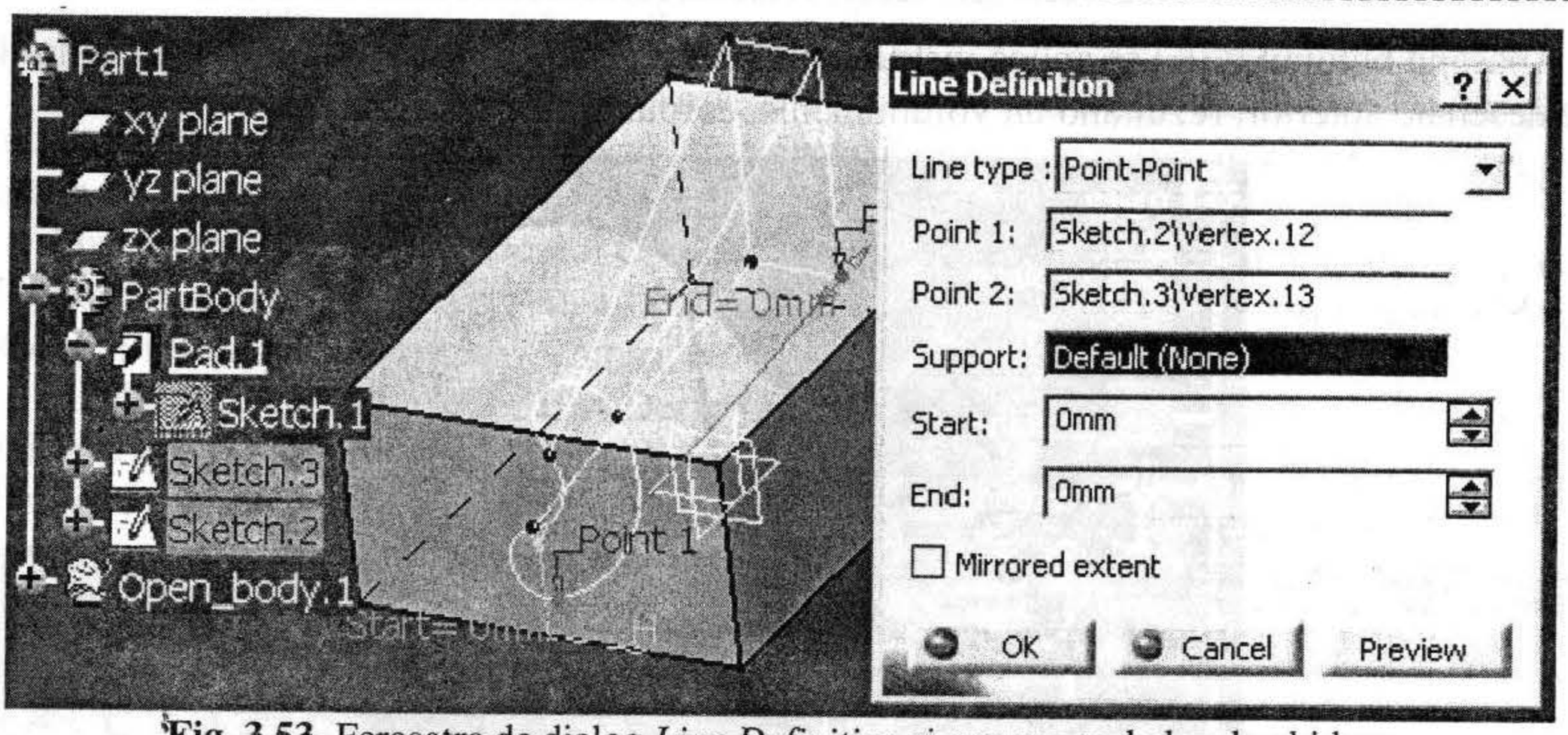


Fig. 3.53. Fereastra de dialog *Line Definition* şi crearea curbelor de ghidare

În fereastra de dialog "*Removed Loft Definition*" se selectează dreptunghiul (*Sketch.3*) şi profilul oarecare (*Sketch.2*). În câmpul "*Guide*" se selectează succesiv cele patru linii de ghidare (*Line.1 … Line.4*).

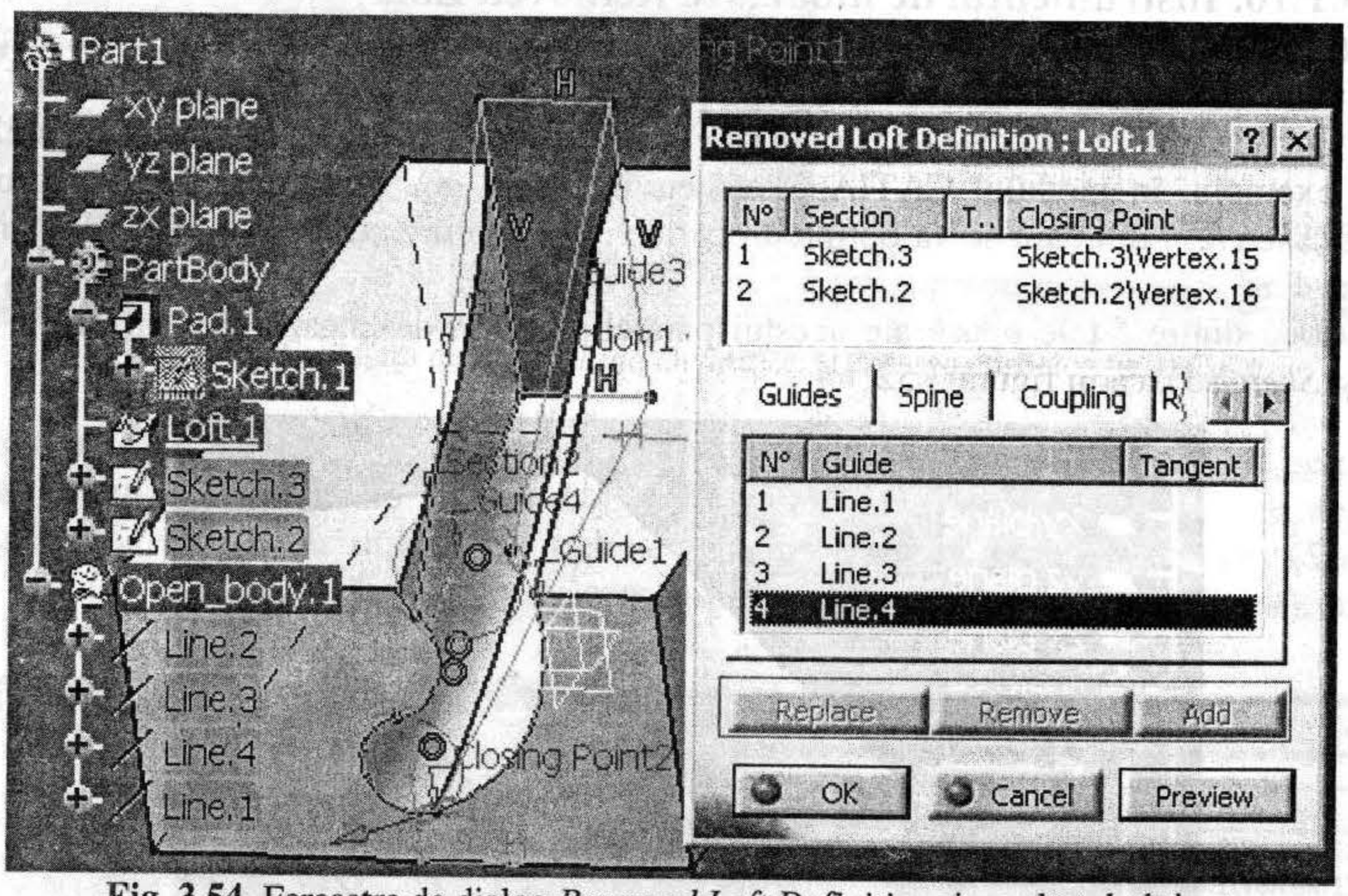


Fig. 3.54. Fereastra de dialog *Removed Loft Definition* şi rezultatul obținut

În urma aplicării instrumentului de modelare *Removed Loft*, din paralelipiped (figura 3.54) este înlăturat un volum de material, obținut din deplasarea celor două profile de-a lungul liniilor de ghidare.

3.3.2. Bara de instrumente Dress-Up Features

Bara *Dress-Up Features* conține instrumentele de modelare: *Fillets* (*Edge Fillet*, *Variable Radius Fillet*, *Face-Face Fillet* şi *Tritangent Fillet*), *Chamfer*, *Drafts* (*Draft Angle*, *Draft Reflect Line* şi *Variable Draft*), *Shell*, *Thickness* şi *Thread/Tap*. Această bară de instrumente este disponibilă numai în format extins. Pentru a selecta modul de vizualizare se accesează meniul [View] -> [Toolbars] -> [Dress-Up Features].

Instrumentele de modelare din bara *Dress-Up Features* aplică diferite comenzi asupra formelor geometrice ale corpurilor.

CATIA oferă un număr mare de posibilități pentru a obține rezultatele de care utilizatorul are nevoie. Astfel, se pot obține diferite suprafețe de racordare, de teşire, suprafețe înclinate, filete etc. În continuare, se prezintă caracteristicile instrumentelor de modelare din bara *Dress-Up Features*.

3.3.2.1. Instrumentul de modelare Fillet

Instrumentul de modelare *Fillet* prezintă, în fapt, patru opțiuni de utilizare, şi anume: *Edge Fillet*, *Variable Radius Fillet*, *Face-Face Fillet* şi *Tritangent Fillet.* Acest instrument se foloseşte în crearea de suprafețe de racordare.

Suprafața de racordare este o suprafață curbă de rază constantă sau variabilă care uneşte alte două suprafețe alăturate. Împreună, cele trei suprafețe formează un colț interior sau exterior.

De asemenea, se poate considera că suprafețele de racordare reprezintă suprafețe de trecere netedă între două suprafețe adiacente.

Prima etapă în utilizarea acestui instrument de modelare constă în crearea unui corp oarecare, cu diferite muchii drepte (spre exemplu, un paralelipiped). Se selectează una sau mai multe muchii ale acestuia şi se apasă pictograma "*Edge Fillet*", afişându-se fereastra de dialog "*Edge Fillet Definition*" (figura 3.55).

În câmpul "*Radius*" se stabileşte valoarea razei de racordare pentru fiecare muchie în parte sau pentru un grup de mai multe muchii.

Dacă se doreşte aplicarea aceleiaşi raze de racordare la mai multe muchii se procedează în două feluri: se aplică succesiv instrumentul de modelare *Edge Fillet* selectând fiecare muchie în parte, sau se selectează toate muchiile (ținând apăsată tasta Ctrl) şi se aplică racordarea întregii selecții. În câmpul "*Object(s) to fillet*" este afişat numărul muchiilor selectate.

Paralelipipedul creat anterior are două muchii deja racordate (*EdgeFillet.1* şi *EdgeFillet.2*), a treia muchie fiind în curs de racordare (*EdgeFillet.3*).

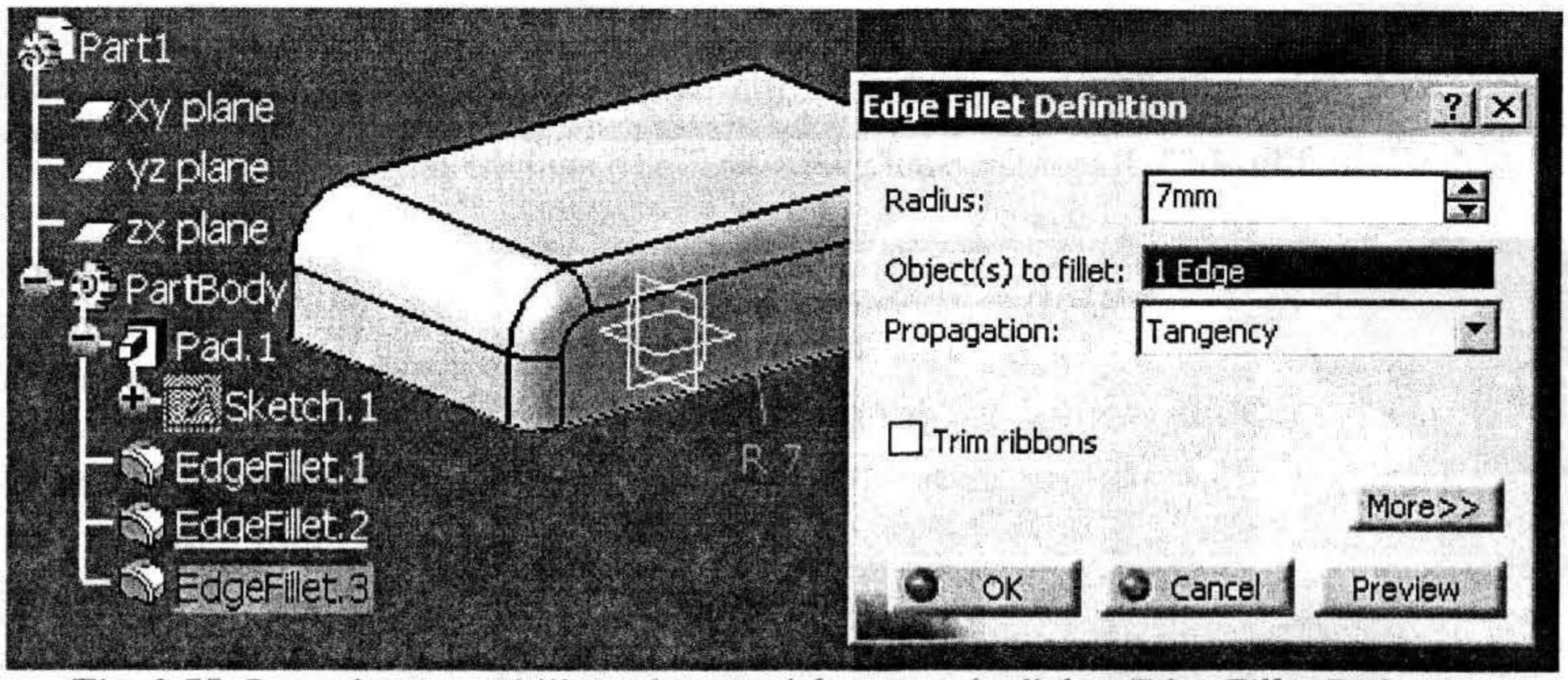


Fig. 3.55. Racordarea muchiilor selectate şi fereastra de dialog *Edge Fillet Definition*

În câmpul "*Propagation*" utilizatorul alege modul în care racordarea se aplică asupra muchiei selectate.

În figura 3.55 toate muchiile au fost racordate utilizând opțiunea "*Tangency*", care consideră întreaga muchie şi toate celelalte muchii tangente.

Utilizând opțiunea "*Minimal*" se va lua în considerare numai prima porțiune a muchiei, racordarea *EdgeFillet.2* modificându-se ca în figura 3.56.

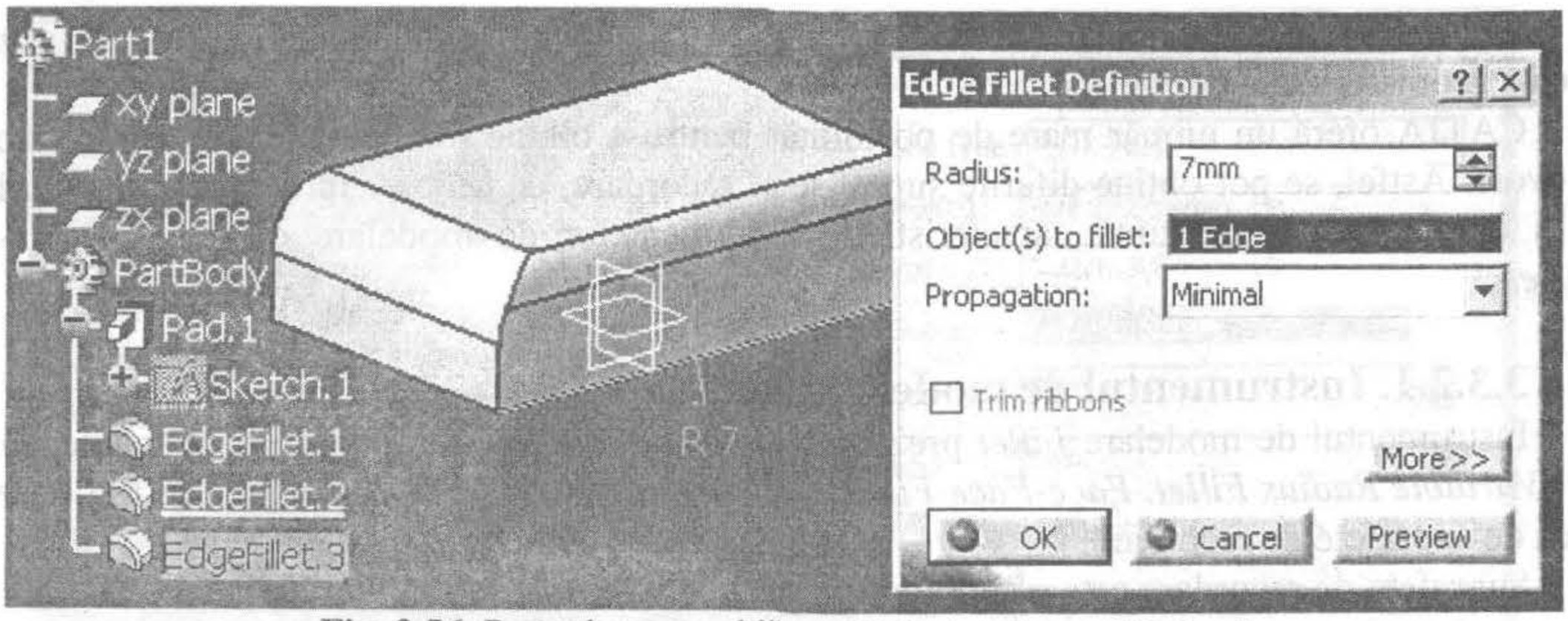


Fig. 3.56. Racordarea muchiilor utilizând opțiunea *Minimal*

Lungimea pe care se aplică racordarea asupra unei muchii poate fi limitată cu ajutorul unui element al piesei (plan, față). Prin apăsarea butonului [More>>] în fereastra de dialog "*Edge Fillet Definition*", în câmpul "*Limiting element(s):*" se alege planul ZX, muchia fiind racordată numai pe lungimea dintre capătul său și acest plan.

Astfel, în figura 3.57 se observă că muchia este racordată numai pe o anumită lungime.

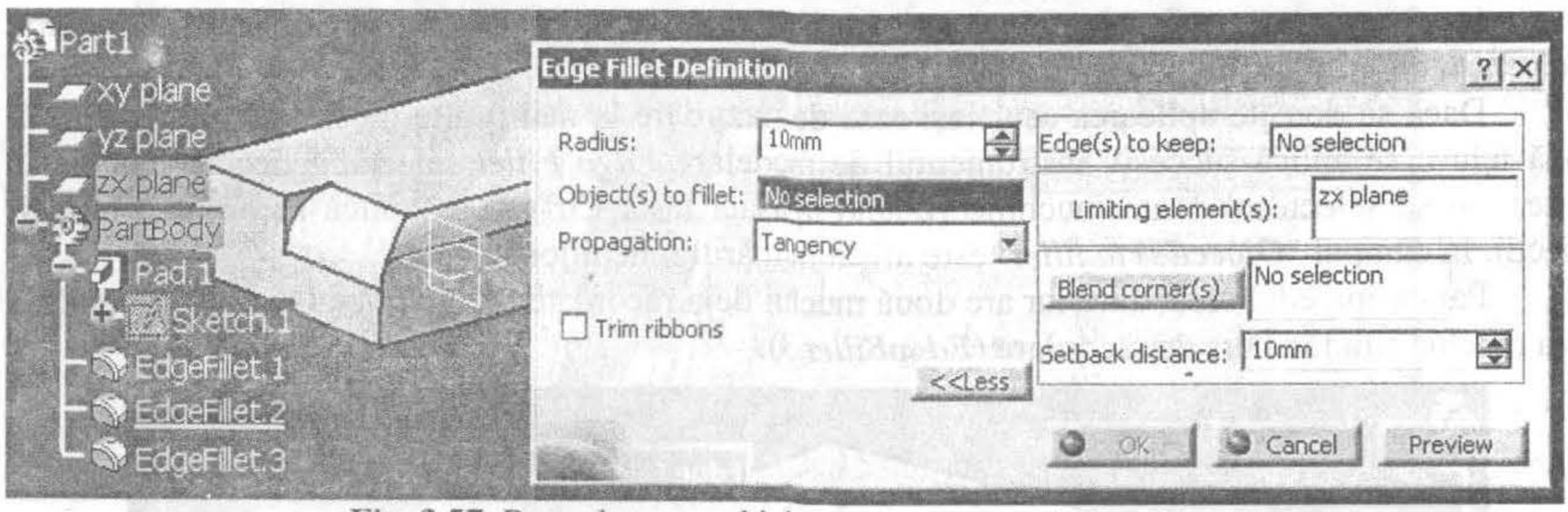


Fig. 3.57. Racordarea muchiei numai pe o anumită lungime

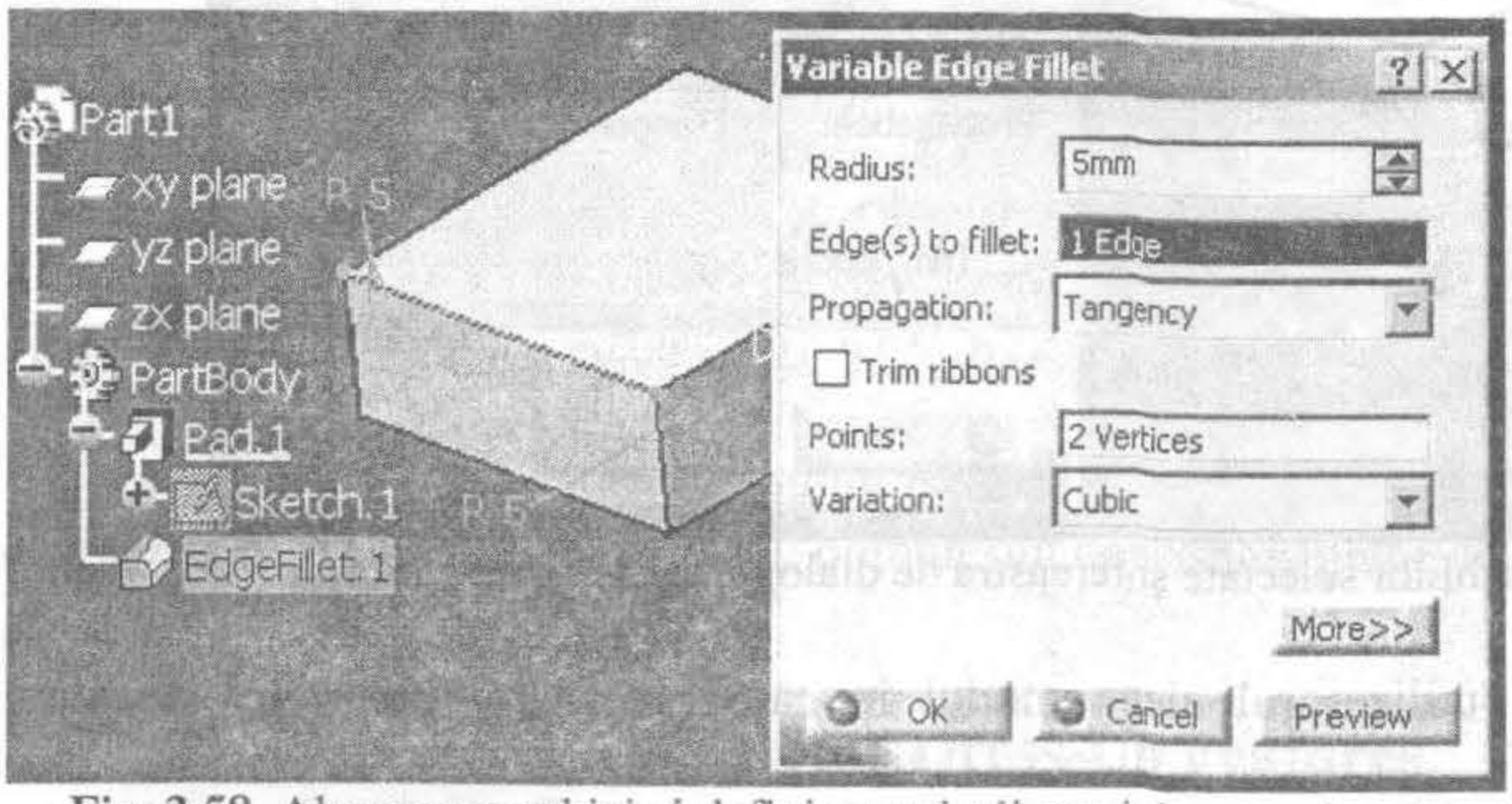


Fig. 3.58. Alegerea muchiei și definirea valorii razei de racordare la capetele sale

Instrumentul *Variable Radius Fillet* creează o suprafață de racordare cu rază variabilă. Aceasta înseamnă că unei muchii îi sunt aplicate cel puțin două raze de racordare, de valori diferite. Se creează un paralelipiped la care se selectează una dintre muchiile sale și se apasă pictograma "*Variable Radius Fillet*", afișându-se fereastra de dialog "*Variable Radius Fillet*".

CATIA detectează automat cele două capete ale muchiei (*vertices*) și afișează două valori identice ale razei de racordare, în acest caz, de câte 5 mm fiecare (figura 3.58).

În câmpul "*Edge(s) to fillet:*" din fereastra de dialog "*Variable Radius Fillet*" se observă că este selectată o singură muchie, care are două capete (câmpul "*Points:*" – 2 *Vertices*). Între aceste două puncte racordarea se face la rază constantă, cu o valoare de 5 mm.

Pentru a obține o racordare cu rază variabilă este necesar cel puțin încă un punct, situat între capetele muchiei, în care raza de racordare să ia altă valoare. Astfel, se selectează câmpul "*Points:*" şi se alege un punct pe muchie. Valoarea câmpului "*Points:*" se modifică în 3 *Vertices*, semnificând faptul că muchia paralelipipedului conține trei puncte în care raza de racordare poate să varieze. În câmpul "*Radius:*" se introduce o valoare diferită de 5 mm, cât este în mod predefinit (de exemplu, valoarea razei de racordare în acest punct va fi 17 mm).

În figura 3.59 se observă variația razei de racordare între cele trei puncte de pe muchie.

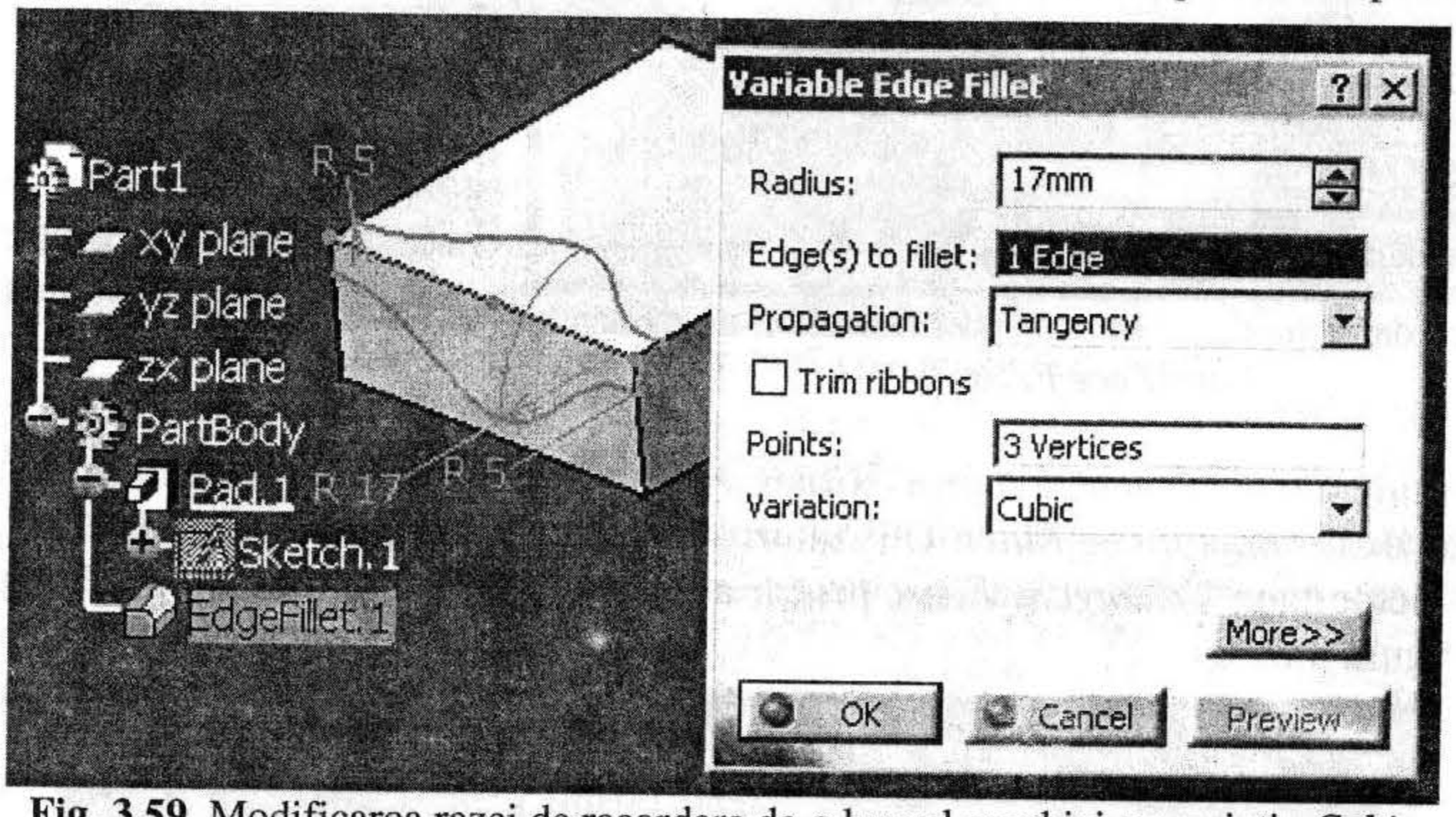


Fig. 3.59. Modificarea razei de racordare de-a lungul muchiei cu variație *Cubic*

Celelalte opțiuni sunt asemănătoare exemplului prezentat în cazul "*Edge Fillet*". Schimbarea modului de variație a suprafeței de racordare se realizează în câmpul "*Variation:*", schimbând opțiunea "*Cubic*" în "*Linear*", observându-se şi diferența între rezultatul din figura 3.60 şi cel din figura 3.59.

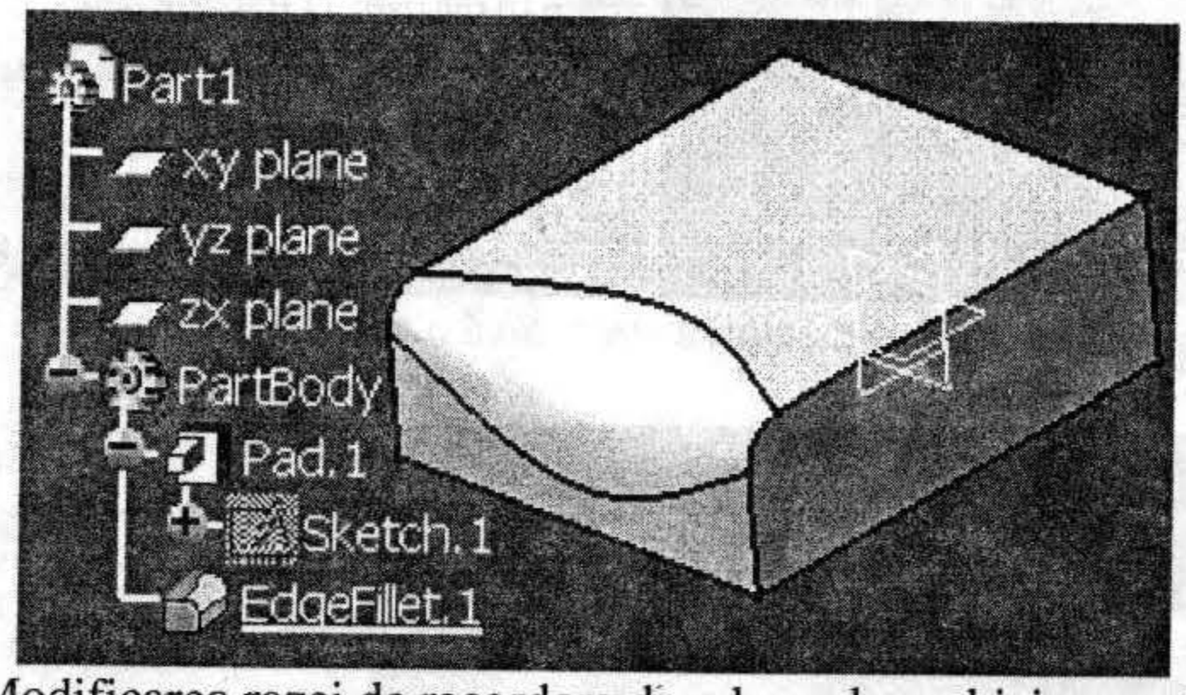


Fig. 3.60. Modificarea razei de racordare de-a lungul muchiei cu variație *Linear*

Face-Face Fillet creează o suprafață de racordare între fețe care nu se intersectează între ele. Spre exemplificare, se desenează o piesă formată dintr-un paralelipiped, ce are pe una din fețele sale două trunchiuri de con. Acestea se obțin cu ajutorul instrumentului de modelare *Shaft*, prin rotirea completă a două profile în formă de trapez.

Aplicarea instrumentului de modelare *Face-Face Fillet* va influența spațiul dintre cele două suprafețe de revoluție ale trunchiurilor de con.

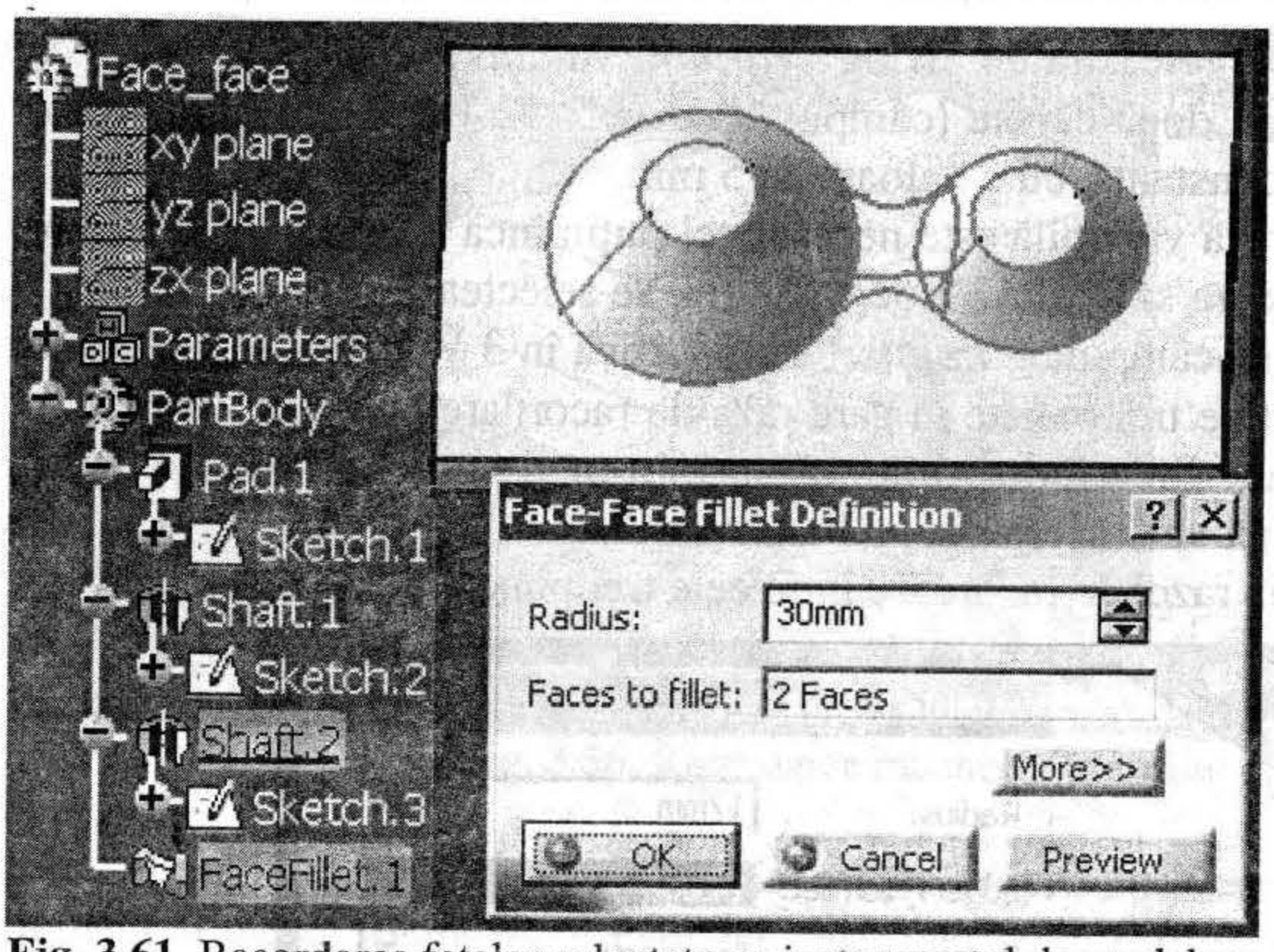


Fig. 3.61. Racordarea fețelor selectate cu instrumentul de modelare *Face-Face Fillet*

În figura 3.61 se indică fereastra de dialog "*Face-Face Fillet Definition*", cele două trunchiuri de con au suprafețele de revoluție selectate (câmpul "*Faces to fillet:*"). Utilizatorul poate modifica valoarea razei de racordare (câmpul "*Radius:*").

Utilizarea instrumentului de modelare *Tritangent Fillet* implică înlăturarea uneia dintre cele trei fețe selectate.

Astfel, pentru a putea fi aplicat, *Tritangent Fillet* sunt necesare trei fețe, dintre care două sunt fețele de sprijin ale racordării.

Se consideră o piesă generată prin extrudarea unui profil, corpului obținut fiindu-i aplicate și două racordări de tip *Face-Face Fillet*. Utilizatorul va selecta două fețe plane opuse ale piesei, apoi va apăsa pe pictograma *Tritangent Fillet* pentru a deschide fereastra de dialog "*Tritangent Fillet Definition*" (figura 3.62).

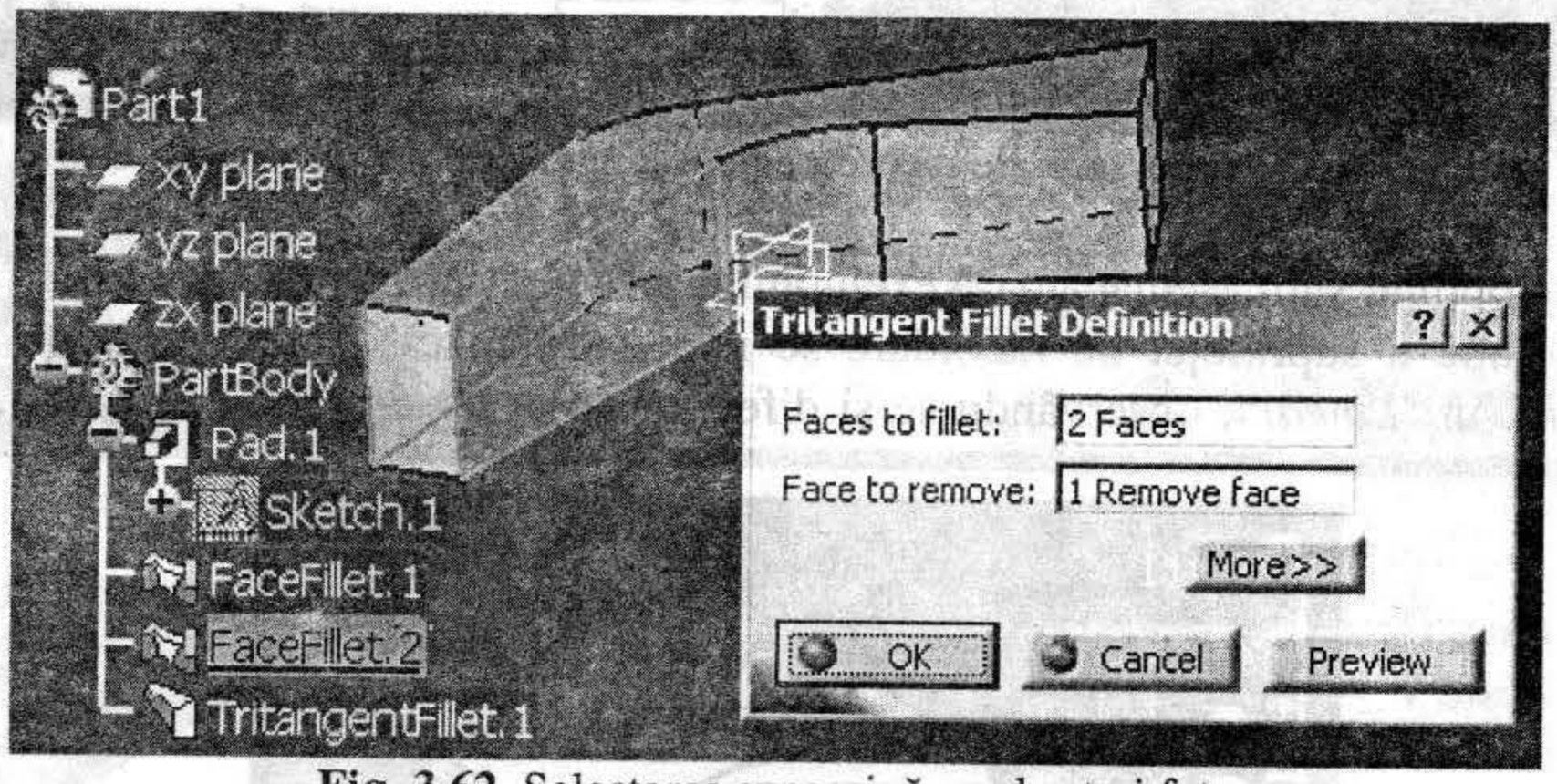


Fig. 3.62. Selectarea succesivă a celor trei fețe

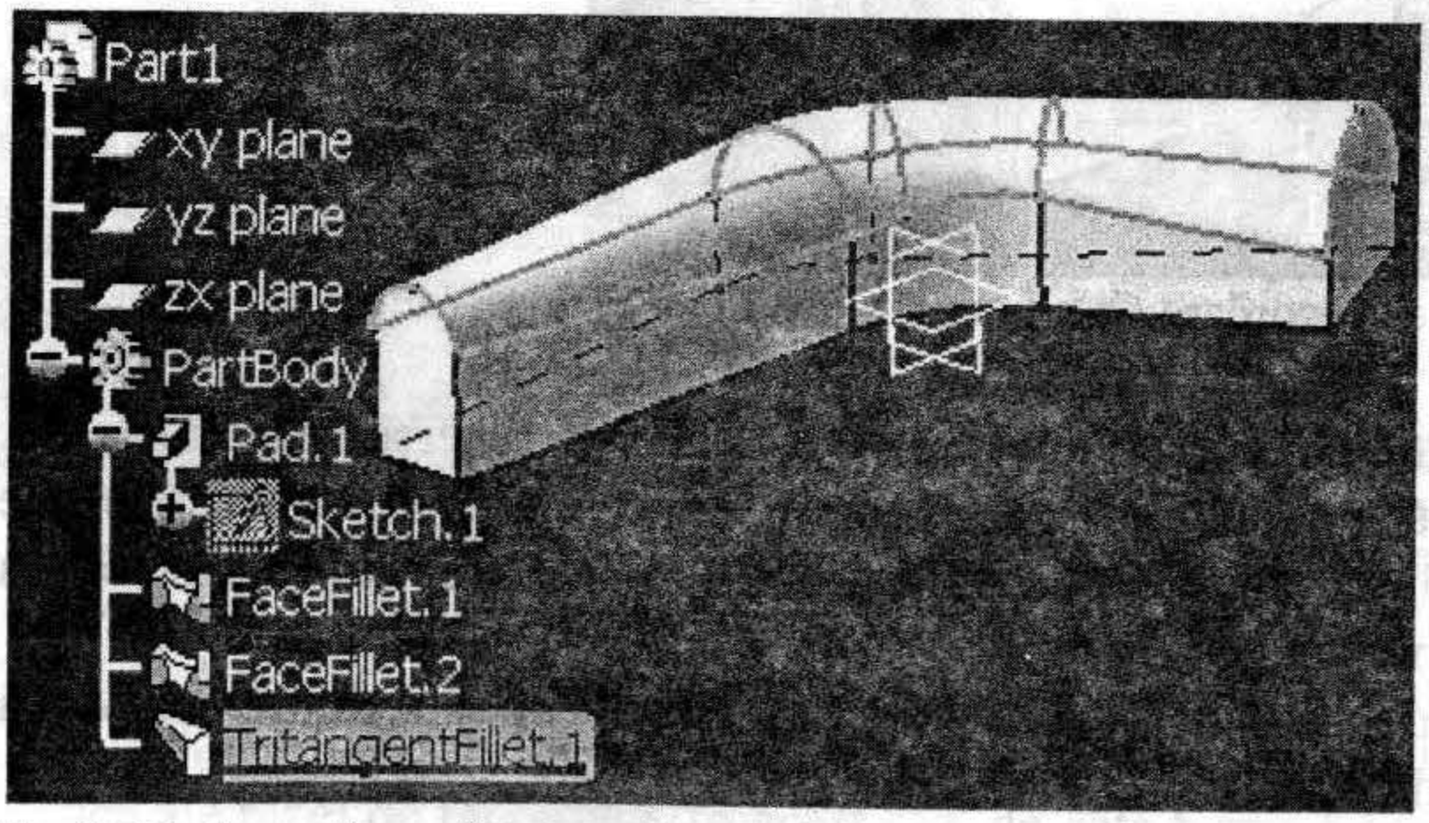


Fig. 3.63. Racordarea fețelor plane prin intermediul feței superioare

În câmpul "*Faces to fillet:*" sunt deja selectate cele două fețe plane, iar în câmpul "*Face to remove:*" se va selecta a treia față (în acest caz, cea superioară) pentru a fi înlăturată. Rezultatul aplicării instrumentului de modelare *Tritangent Fillet* constă în transformarea întregii fețe superioare, așa cum rezultă din figura 3.63.

Desigur, racordarea poate fi limitată cu ajutorul unui element al piesei (plan, față). Prin apăsarea butonului [More>>] în fereastra de dialog "*Tritangent Fillet Definition*", în câmpul "*Limiting element(s):*" se alege planul YZ, fața superioară fiind racordată numai pe distanța dintre capătul său şi acest plan (figura 3.64).

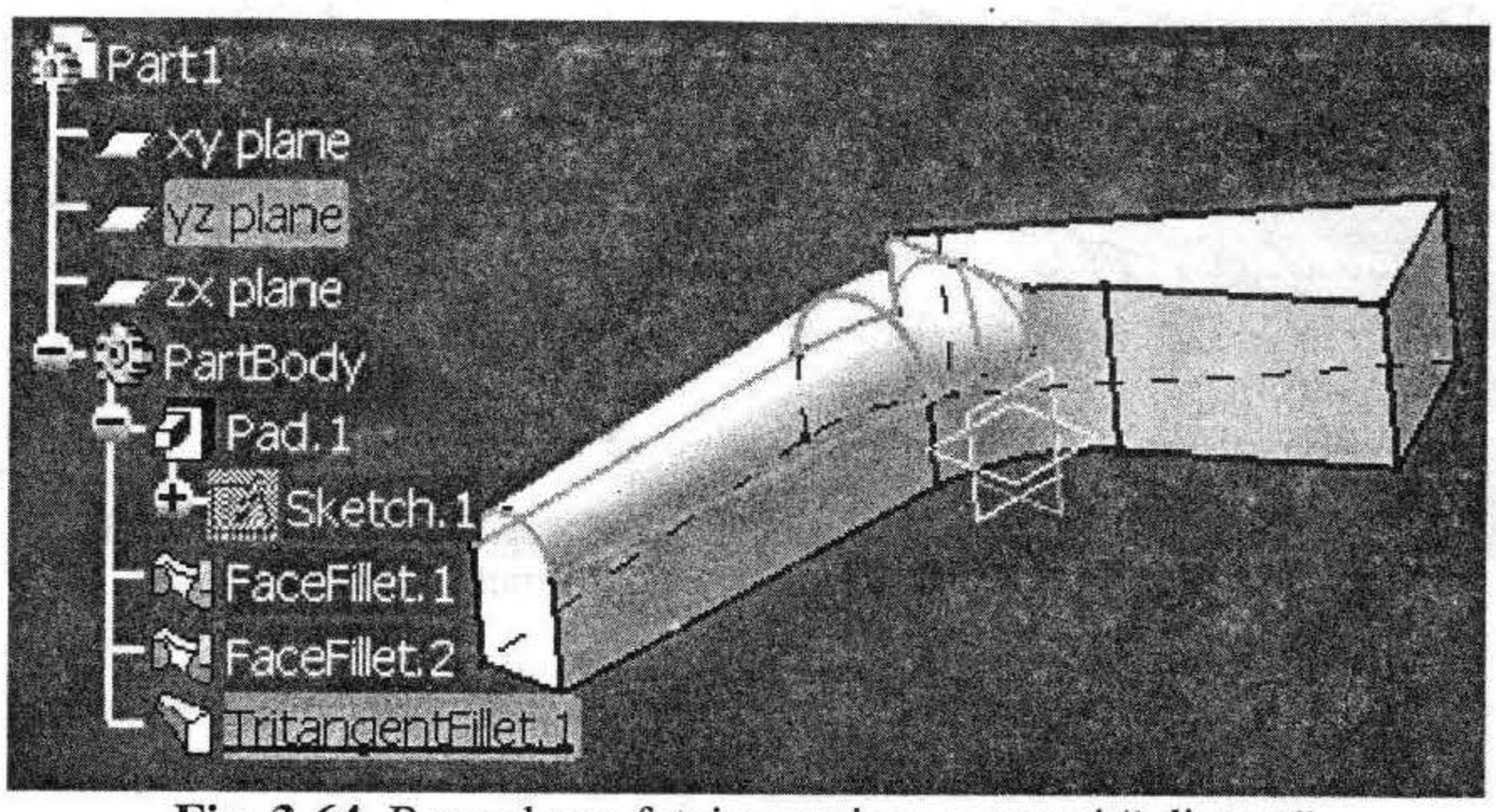


Fig. 3.64. Racordarea feței numai pe o anumită distanță

3.3.2.2. Instrumentul de modelare Chamfer

Instrumentul de modelare *Chamfer* este folosit în crearea de suprafețe de teşire. Aceasta este o suprafață plană de o anumită lungime, care uneşte sub un unghi oarecare (în general, 45^0) alte două suprafețe, de-a lungul unei muchii.

De asemenea, se poate considera că suprafețele de teşire reprezintă suprafețe de trecere netedă între două suprafețe adiacente.

Prima etapă în utilizarea acestui instrument de modelare este crearea unui corp oarecare, prevăzut cu diferite muchii drepte (spre exemplu, un paralelipiped). Se selectează una sau mai multe muchii ale acestuia şi se apasă pictograma "*Chamfer*", afişându-se fereastra de dialog "*Chamfer Definition*" (figura 3.65).

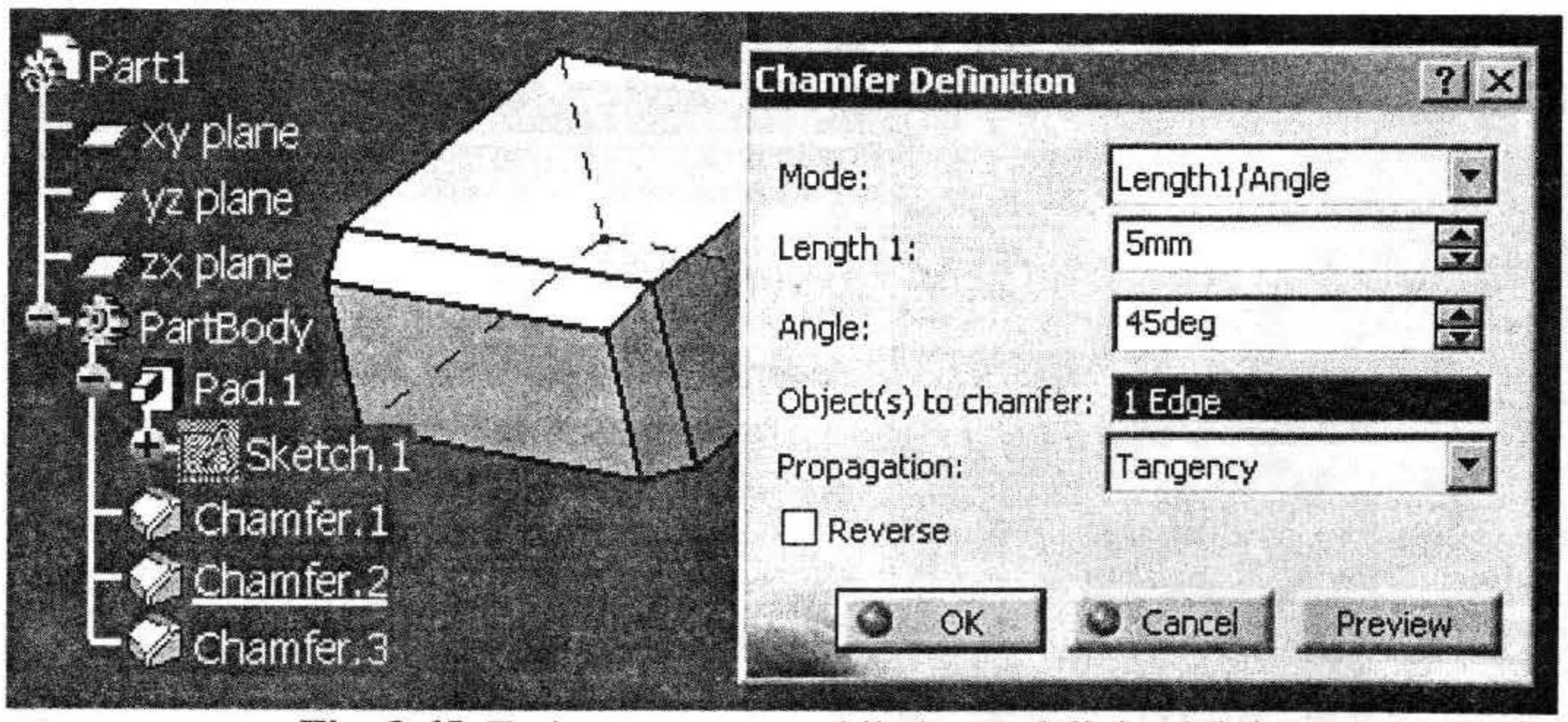


Fig. 3.65. Teşirea a patru muchii ale paralelipipedului

Principalii parametri ce trebuie definiți sunt cei din câmpul "*Length 1:*", care stabileşte lungimea teşiturii şi din câmpul "*Angle:*", unghiul sub care se face teşirea. Opțional, din câmpul "*Mode:*" se poate alege definirea teşiturii prin două lungimi (*Length1/Length2*). În câmpul "*Object(s) to chamfer:*" utilizatorul va selecta muchiile care vor fi teşite.

În cazul în care se selectează o suprafață, vor fi teşite toate muchiile care o delimitează.

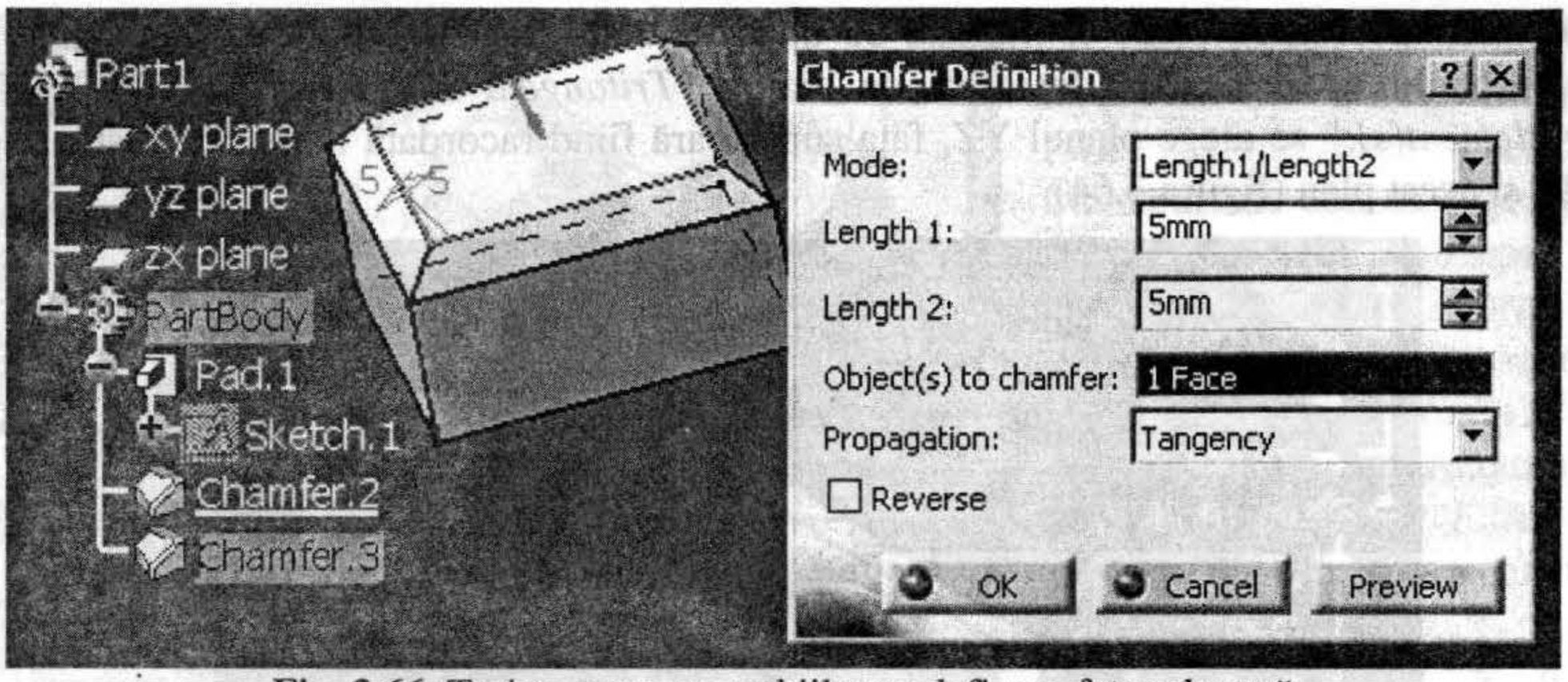


Fig. 3.66. Teşirea tuturor muchiilor ce definesc fața selectată

Astfel, în figura 3.66 este realizată selectarea uneia din suprafețele paralelipipedului. Teşitura se defineşte prin două lungimi (*Length1* şi *Length2*). Pentru ambele lungimi s-a utilizat aceeaşi valoare, 5 mm, ceea ce asigură un unghi de 45^0. Ca rezultat, se obține teşirea celor patru muchii care delimitează suprafața.

3.3.2.3. Instrumentul de modelare Draft

Instrumentul de modelare *Draft* prezintă, în fapt, trei opțiuni de utilizare (*Draft Angle*, *Draft Reflect Line* şi *Variable Draft*), fiind folosit pentru modificarea orientării (înclinarea) unor suprafețe, având ca element de referință o altă suprafață sau un plan. Astfel de suprafețe înclinate se întâlnesc la numeroase piese obținute prin turnare pentru a le uşura extragerea din formă.

Ca exemplu de utilizare al instrumentului *Draft*, se consideră un paralelipiped, la care se selectează una din suprafețele sale laterale şi se apasă pictograma "*Draft Angle*", afişându-se fereastra de dialog "*Draft Definition*" (figura 3.67). Pentru câmpul "*Selection:*" se alege suprafața superioară a paralelipipedului, iar în câmpul "*Angle:*" se stabileşte valoarea unghiului de înclinare (în acest caz, 20^0).

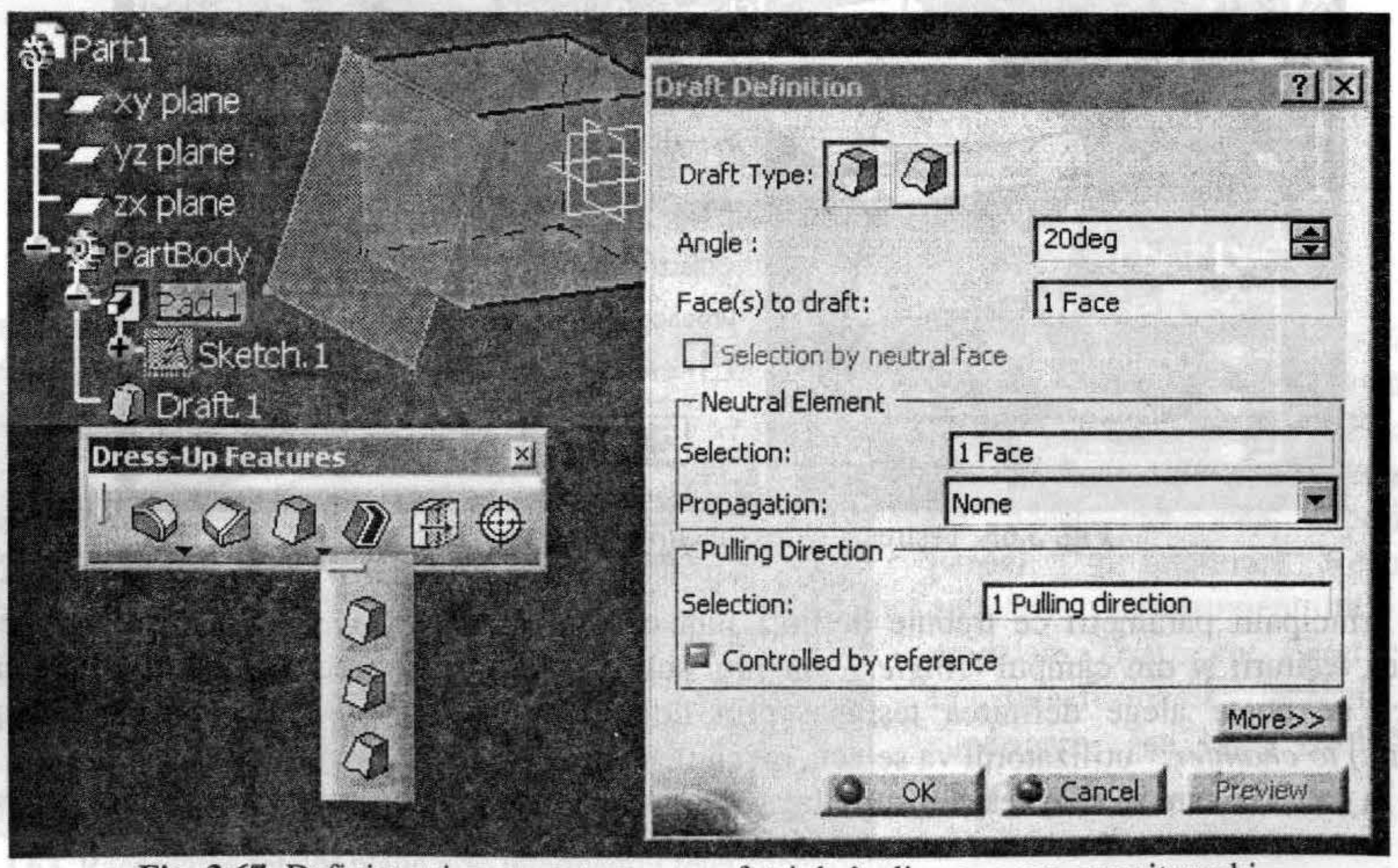


Fig. 3.67. Definirea şi reprezentarea suprafeței de înclinare cu un anumit unghi

Draft Reflect Line creează o suprafață înclinată sub un unghi, folosind unele linii de oglindire ale corpului, asupra căruia se aplică acest instrument de modelare.

Ca exemplu, în figura 3.68, se construieşte un cilindru deasupra planului XY şi se apasă pictograma "*Draft Reflect Line*", afişându-se fereastra de dialog "*Draft Reflect Line Definition*". În câmpul "*Angle:*" se introduce valoarea 20^0, se selectează suprafața de revoluție a cilindrului, se apasă butonul [More>>], se bifează opțiunea "*Define parting element*" şi se alege planul XY.

La selectarea suprafeței exterioare a cilindrului, CATIA a detectat automat cele două linii de oglindire, ca suport pentru suprafața *Draft*.

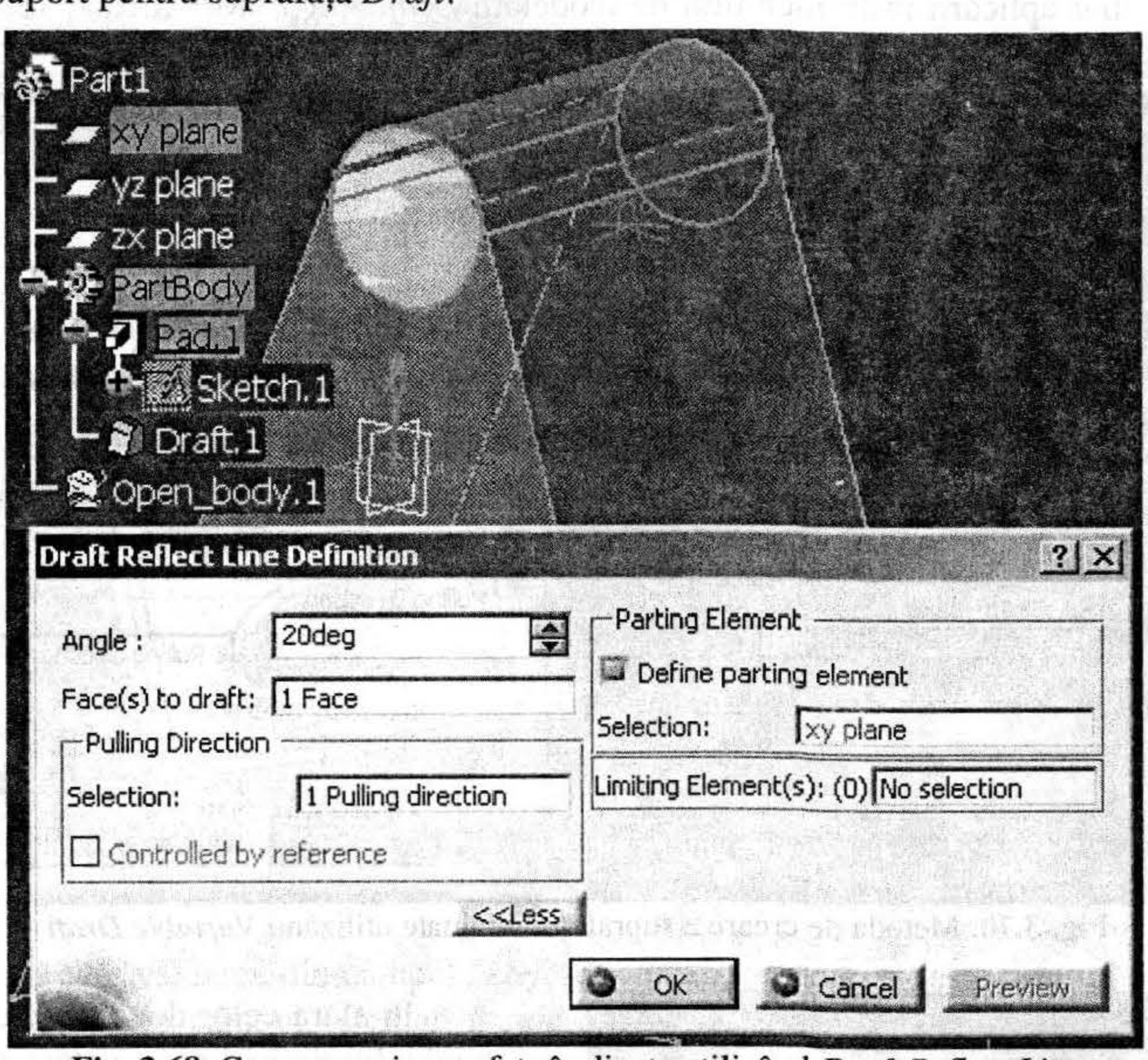


Fig. 3.68. Crearea unei suprafețe înclinate utilizând *Draft Reflect Line*

Corpul creat prin aplicarea instrumentului *Draft Reflect Line* acestui exemplu este prezentat în figura 3.69. Se observă că planul XY a servit drept limită pentru suprafața creată, dar şi că liniile suport ale suprafeței îşi schimbă poziția în funcție de valoarea unghiului de înclinare.

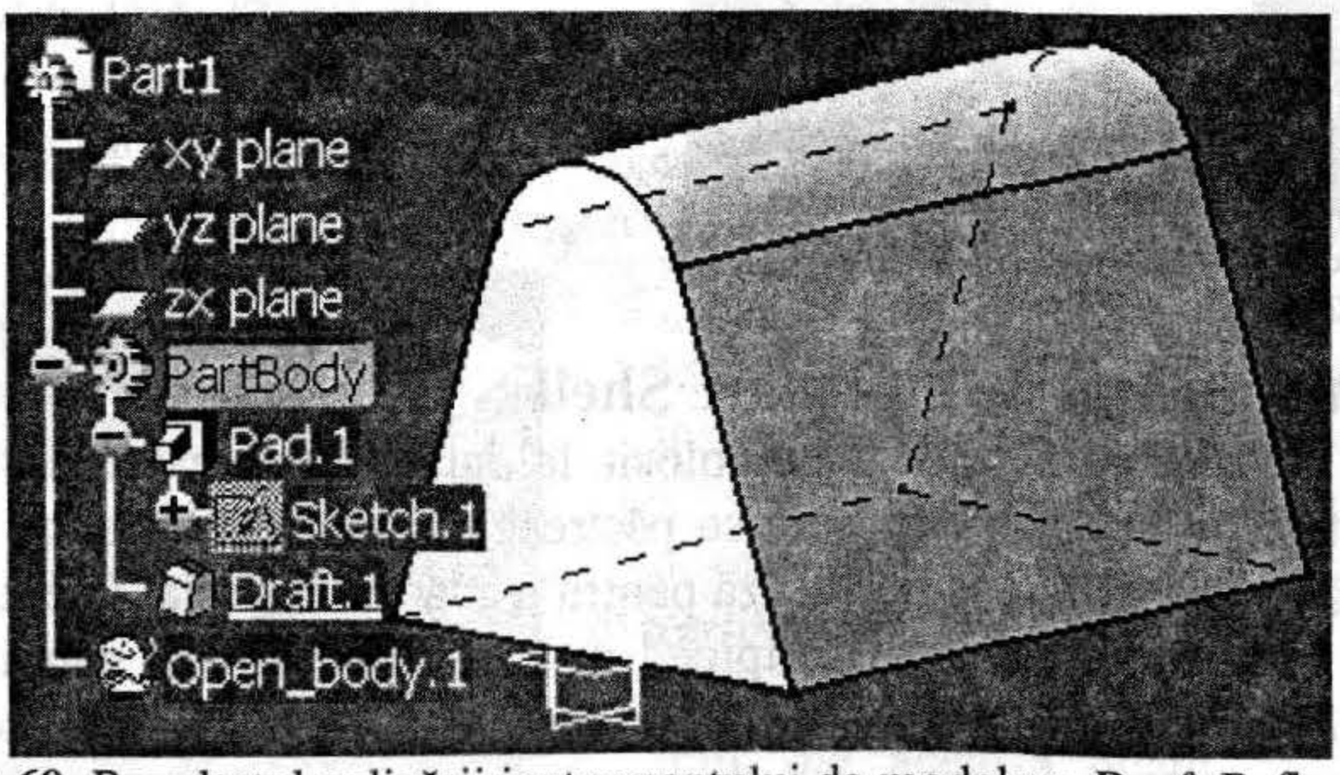


Fig. 3.69. Rezultatul aplicării instrumentului de modelare *Draft Reflect Line*

Variable Draft este o variantă a instrumentului de modelare *Draft Angle*, în care unghiul de înclinare nu mai este constant, ci variază între două sau mai multe puncte, în funcţie de dorinţa utilizatorului.

În figura 3.70 se consideră, ca exemplu, un paralelipiped, se apasă pictograma "*Variable Draft*", afişându-se fereastra de dialog "*Draft Definition*". În câmpul "*Selection:*" se alege ca referinţă faţa superioară a paralelipipedului, iar CATIA detectează automat două puncte între care variază valoarea unghiului de înclinare. Iniţial, în ambele puncte, valoarea unghiului este aceeaşi, cazul fiind similar aplicării instrumentului de modelare *Draft Angle*. Modificând succesiv valorile unghiurilor de înclinare, utilizatorul obţine suprafaţa ondulată din figura 70.

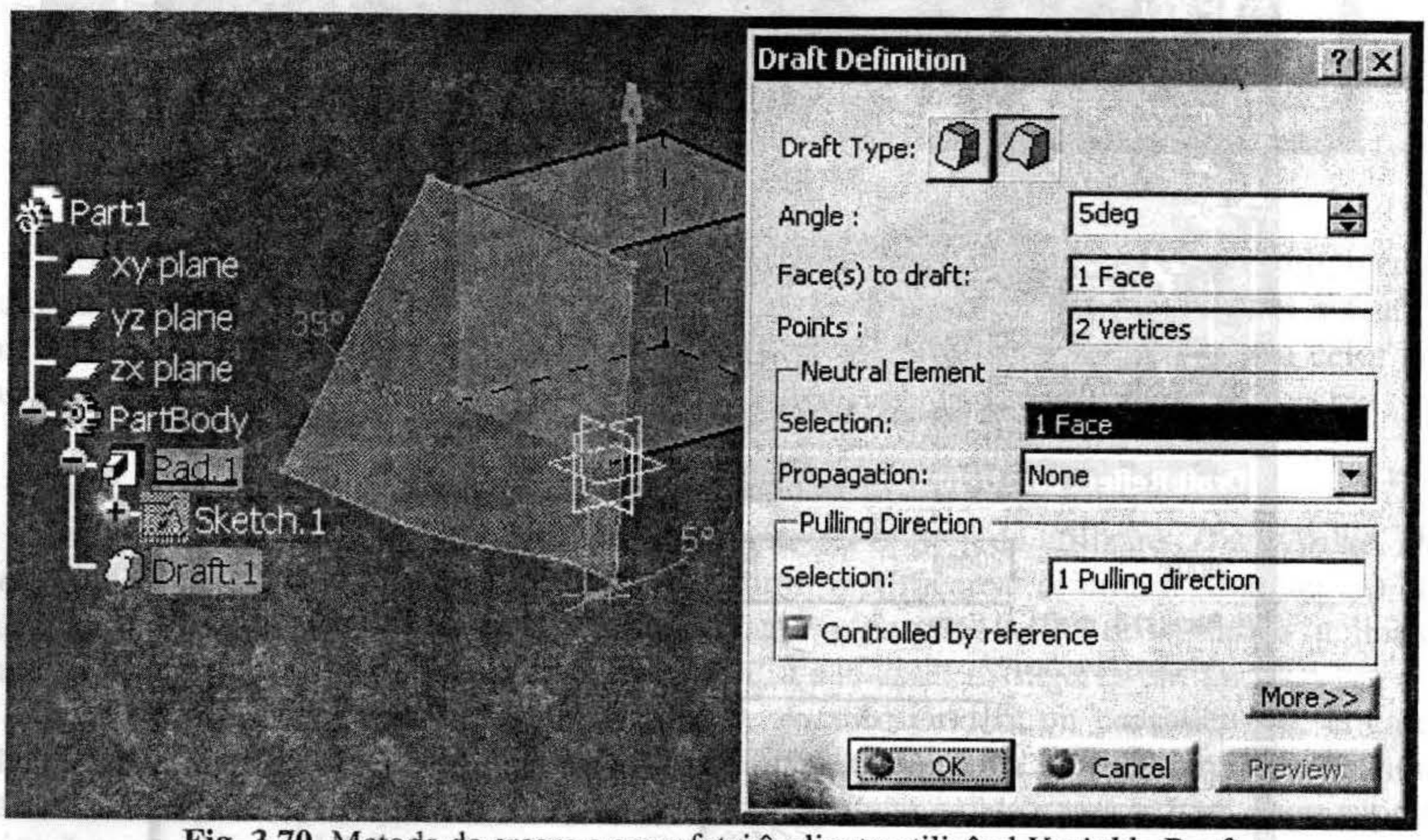
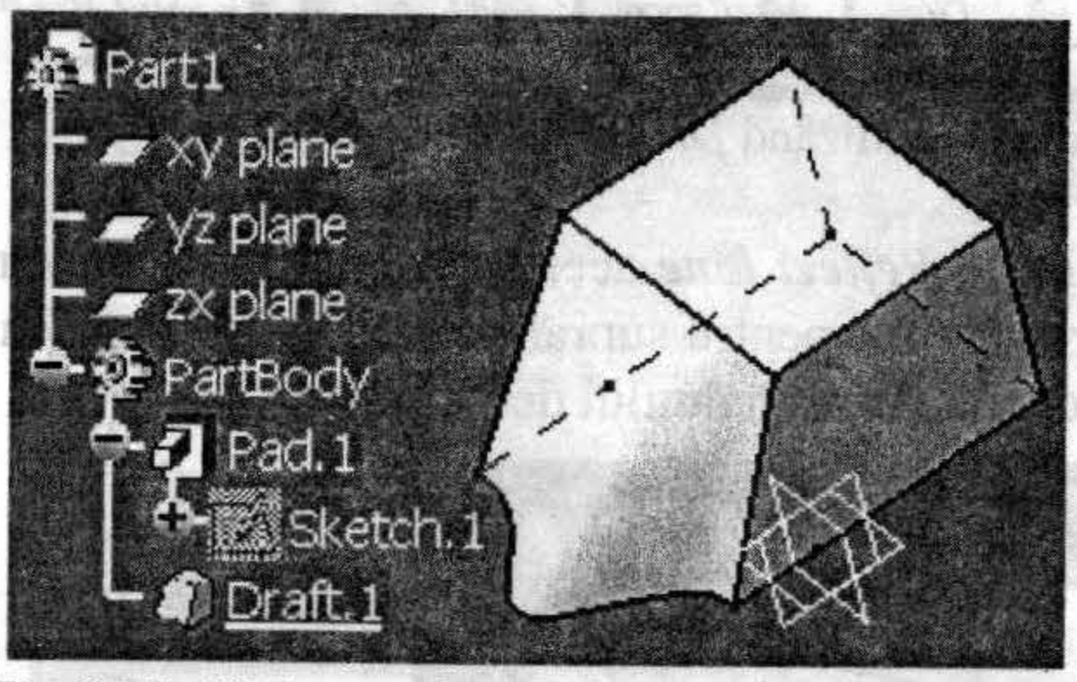


Fig. 3.70. Metoda de creare a suprafeţei înclinate utilizând *Variable Draft*



În afara celor două puncte de variere a unghiului de înclinare, detectate automat de CATIA, utilizatorul mai poate adăuga şi alte puncte, cu condiţia ca toate acestea să fie coliniare, pe muchia dintre faţa ce va fi modificată şi faţa de referinţă.

În figura 3.71 este prezentat paralelipipedul anterior, cu o faţă înclinată după trei puncte, având valorile 35^0, 48^0 şi 25^0.

Fig. 3.71. Obţinerea feţei înclinate cu unghi variabil

3.3.2.4. Instrumentul de modelare Shell

Instrumentul de modelare *Shell* este folosit la înlăturarea materialului dintr-un corp, în interiorul unei suprafeţe, în condiţiile în care se păstrează o anumită grosime a peretelui acestuia. De asemenea, în unele cazuri, *Shell* se utilizează pentru a adăuga material în exteriorul corpului.

Se consideră, ca exemplu, un paralelipiped în care se execută o gaură de formă ovală. Se selectează faţa superioară a acestuia şi se apasă pictograma "*Shell*", afişându-se fereastra de dialog "*Shell Definition*" (figura 3.72).

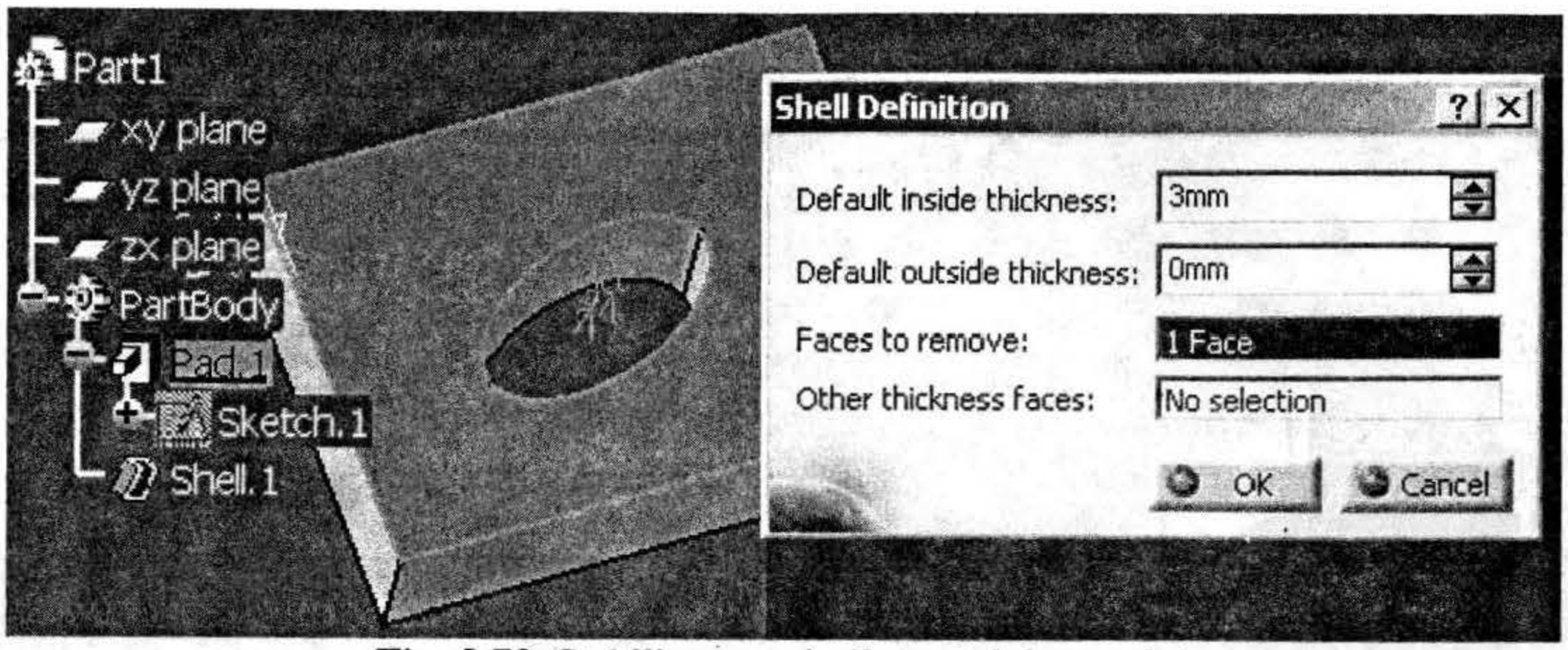


Fig. 3.72. Stabilirea grosimii peretelui corpului

În câmpul "*Default inside thickness:*" se introduce valoarea 3 mm, aceasta reprezentând grosimea peretelui rămasă după aplicarea *Shell*. Deocamdată, valoarea din câmpul "*Default outside thickness:*" rămâne egală cu zero, rezultatul înlăturării materialului fiind prezentat în figura 3.73.

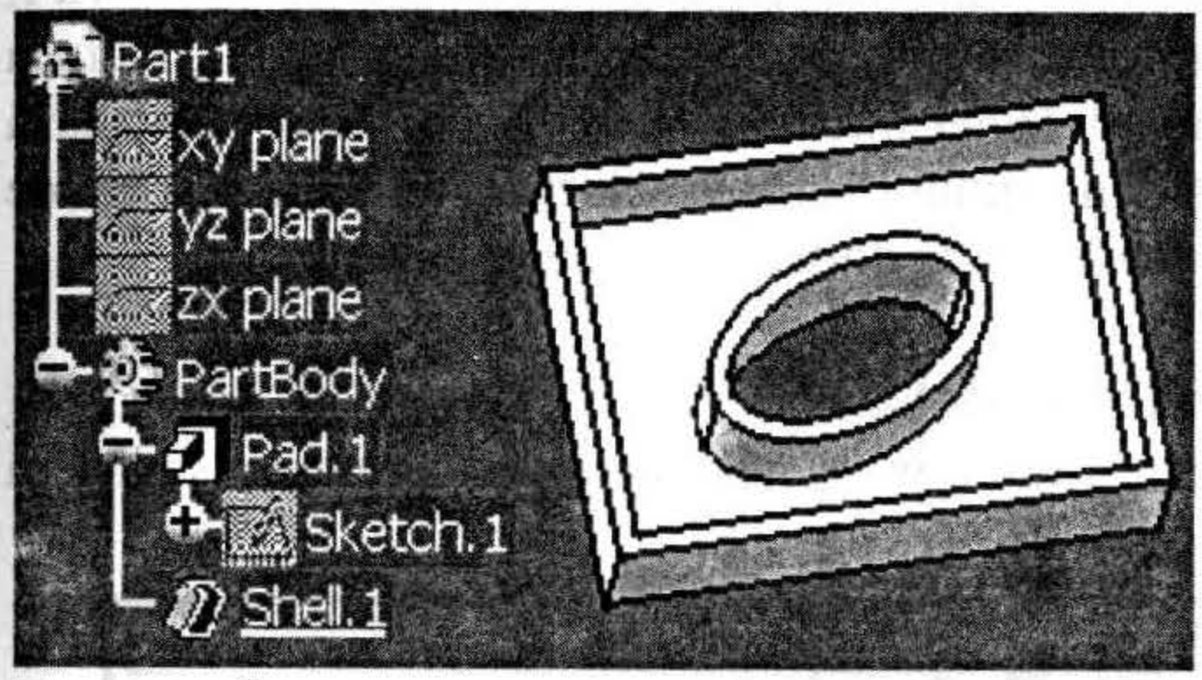


Fig. 3.73. Înlăturare de material din interiorul corpului

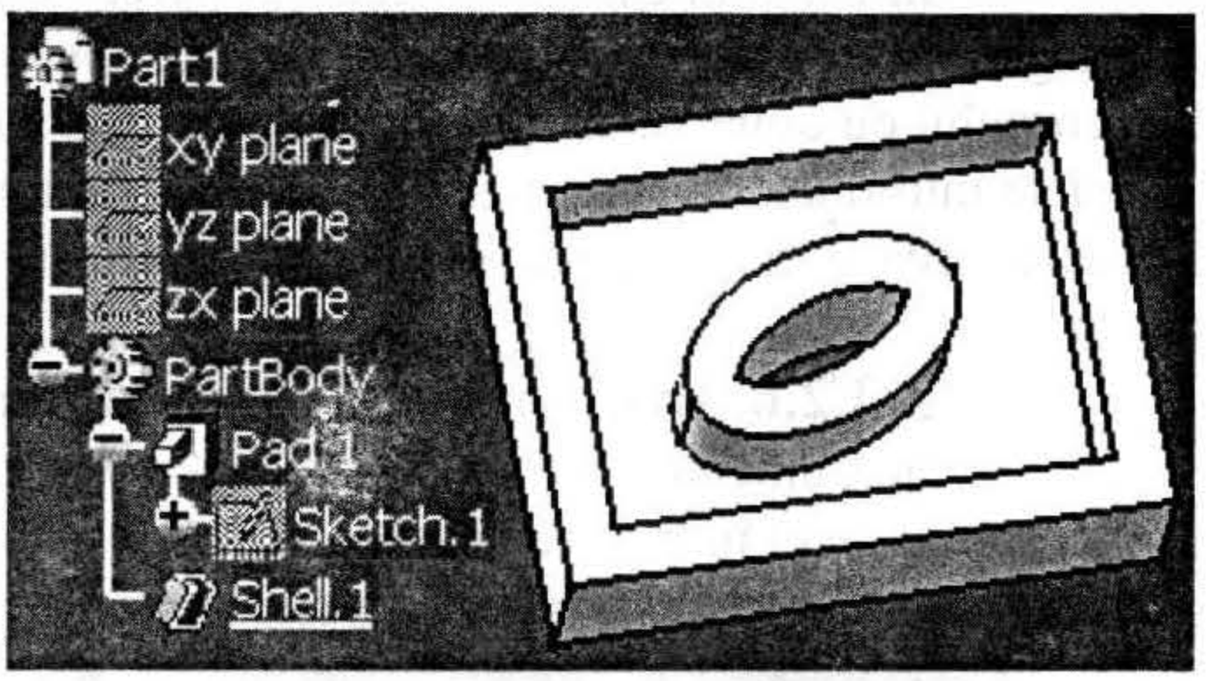


Fig. 3.74. Adăugare şi înlăturare simultană de material

În cazul în care valoarea din câmpul "*Default outside thickness:*" este diferită de zero (spre exemplu, 5 mm), cea din câmpul "*Default inside thickness:*" rămânând neschimbată (egală cu 3 mm), CATIA produce două operații: pe de o parte, adaugă material în exteriorul corpului şi, respectiv, înlătură material din interiorul acestuia. Rezultatul acestor două operații simultane este prezentat în figura 3.74.

Se observă că volumul aflat în interiorul găurii executate în corp este considerat ca făcând parte din exteriorul acestuia, instrumentul de modelare *Shell* aplicându-i-se în consecință.

3.3.2.5. Instrumentul de modelare Thickness

Acest instrument de modelare se utilizează la modificarea grosimii unui corp solid creat anterior, prin adăugare sau prin înlăturare de material, de pe întreaga suprafață a acestuia.

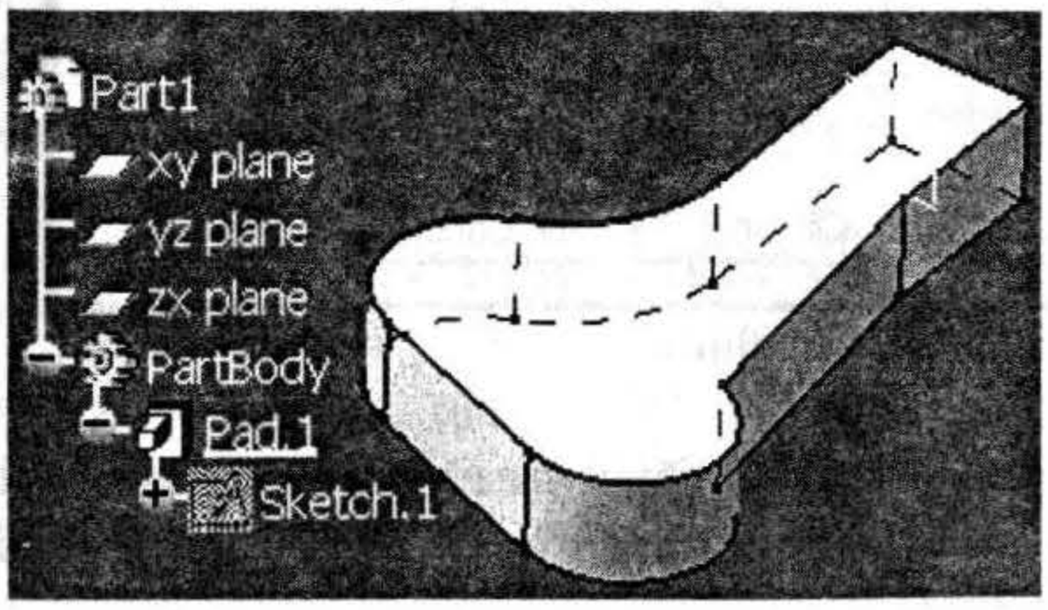


Fig. 3.75. Obținerea prin extrudare a unui corp

Se consideră un corp oarecare, obținut din extrudarea unui profil (*Sketch.1*) cu ajutorul instrumentului de modelare *Pad* (figura 3.75).

Se apasă pictograma "*Thickness*", deschizându-se fereastra de dialog "*Thickness Definition*" (figura 3.76). Implicit, în câmpul "*Default thickness:*" este prezentă valoarea 1 mm, dar aceasta poate fi modificată de către utilizator, ca fiind valoarea cu care se doreşte modificarea grosimii corpului.

În câmpul "*Default thickness faces:*" se selectează fețele asupra cărora se aplică operația *Thickness*.

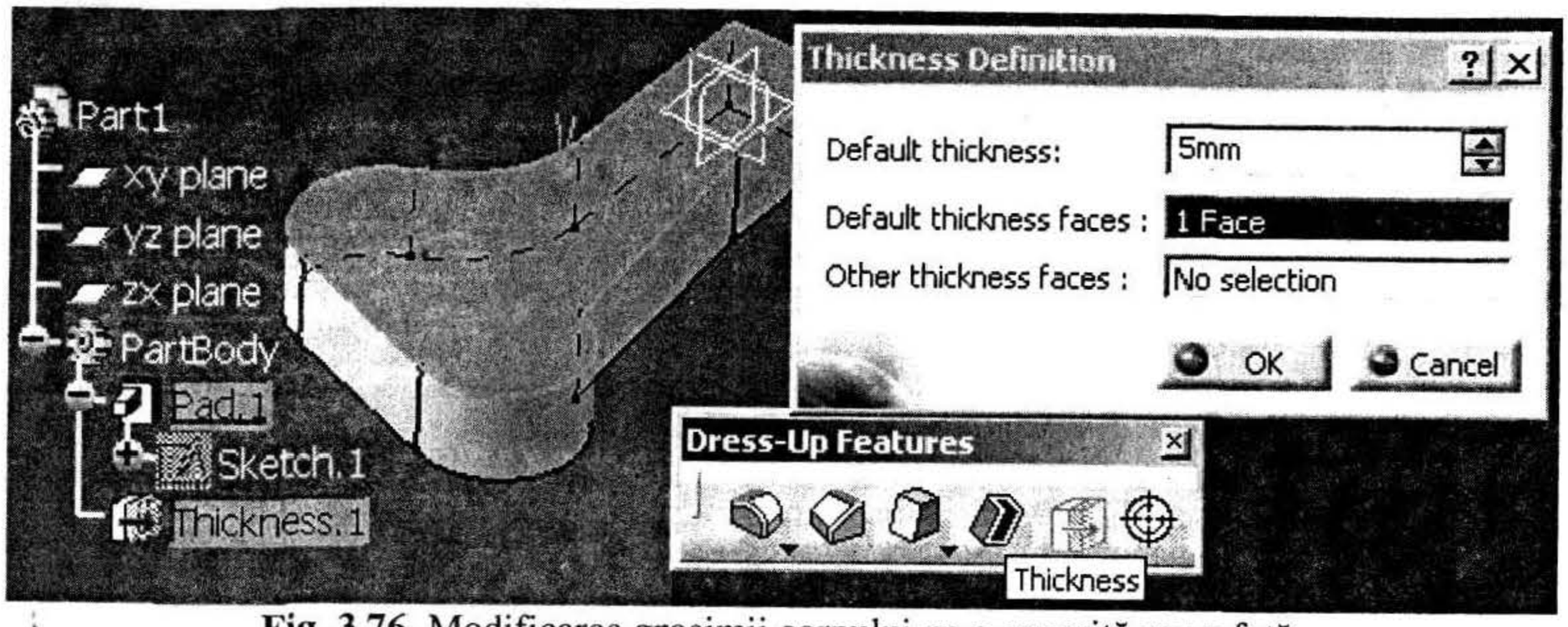


Fig. 3.76. Modificarea grosimii corpului pe o anumită suprafață.

În cazul în care se dorește subțierea corpului, valoarea din câmpul "*Default thickness:*" va fi negativă, ținându-se, totuși, cont de grosimea inițială a corpului. Pentru a modifica rapid grosimea corpului cu două valori diferite, se utilizează câmpul "*Other thickness faces:*". Astfel, se selectează și se introduce o valoare pentru anumite suprafețe (în primul câmp de selecție), operație urmată de selectarea și introducerea altei valori pentru suprafețele din al doilea câmp de selecție.

3.3.2.6. Instrumentul de modelare Thread/Tap

Instrumentul de modelare *Thread/Tap* creează filete interioare sau exterioare, care se aplică pe suprafețe cilindrice sau conice.

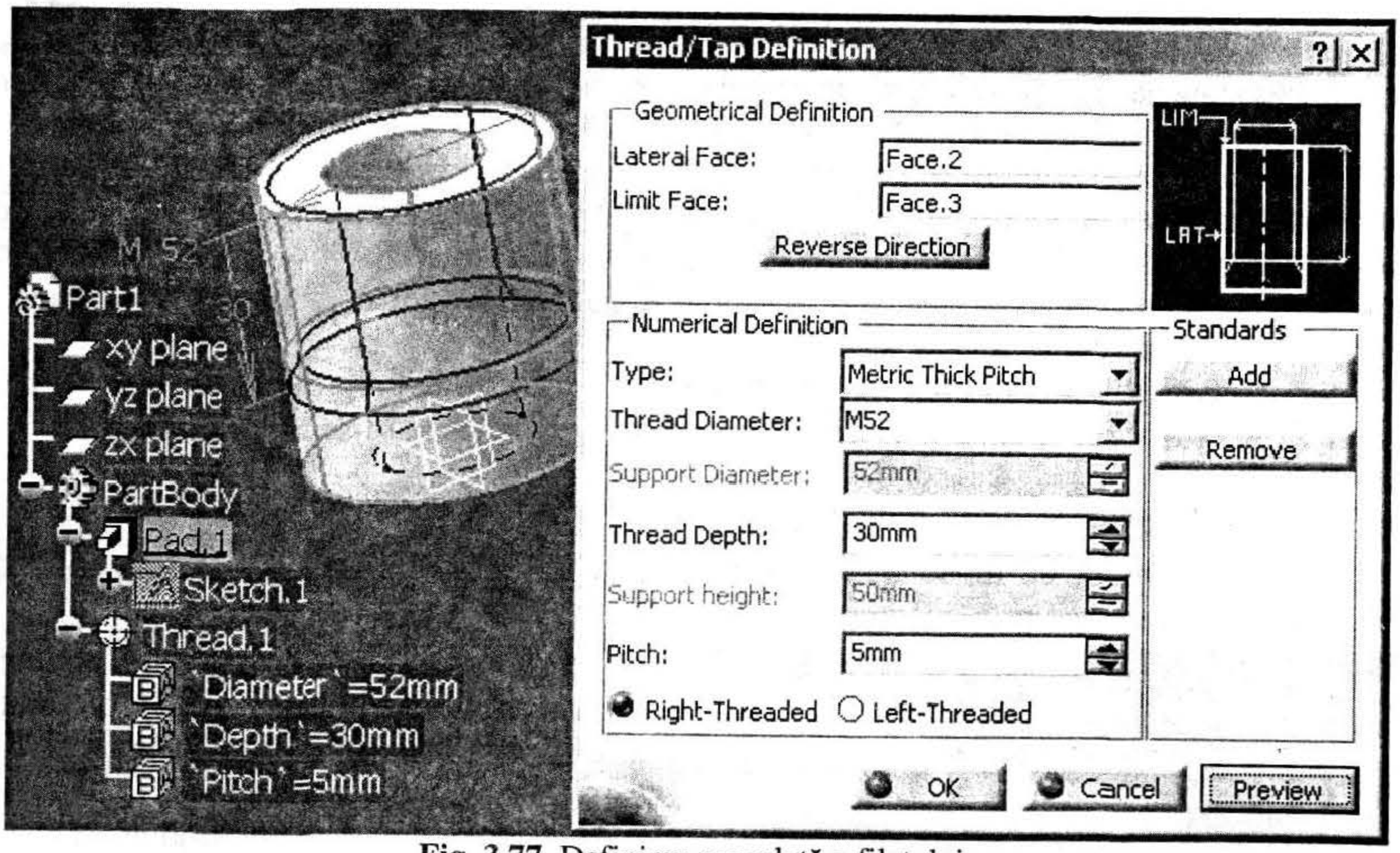


Fig. 3.77. Definirea completă a filetului

Ca exemplu de utilizare, se consideră un corp cilindric prevăzut cu un alezaj central, creat prin extrudarea (*Pad*) a două cercuri concentrice. Se apasă pictograma "*Thread/Tap*", deschizându-se fereastra de dialog "*Thread/Tap Definition*" (figura 3.77).

În câmpul "*Lateral Face:*" utilizatorului i se cere indicarea suprafeței cilindrice care va fi filetată. Dacă se alege suprafața interioară, filetul va fi interior, iar în cazul suprafeței exterioare a corpului respectiv, filetul va fi exterior. În câmpul "*Limit Face:*" se va preciza suprafața de început a filetului, iar butonul [Reverse Direction] stabileşte direcția de generare a acestuia. În câmpul "*Type:*" se alege standardul ce defineşte filetul (*Metric Thin Pitch*, *Metric Thick Pitch* şi *No Standard*), în câmpul "*Thread Diameter:*" se stabileşte valoarea diametrului nominal al filetului, iar în câmpul "*Thread Depth:*" se introduce adâncimea de filetare. Celelalte valori prezente în fereastra de dialog se completează automat de CATIA, în funcție de tipul şi dimensiunea filetului ales.

Apăsând butonul [Preview] se obține o previzualizare a filetului, iar prin apăsarea butonului [OK] se încheie definirea acestuia.

Se observă că filetul realizat pe cilindru (figura 3.78) nu apare în vizualizarea tridimensională din modulul CATIA Part Design. Pentru a verifica existența şi corectitudinea filetului se apelează la reprezentarea în vedere şi secțiune, oferite de modulul CATIA Drafting, accesibil din meniul [Start] -> [Mechanical Design] -> [Drafting].

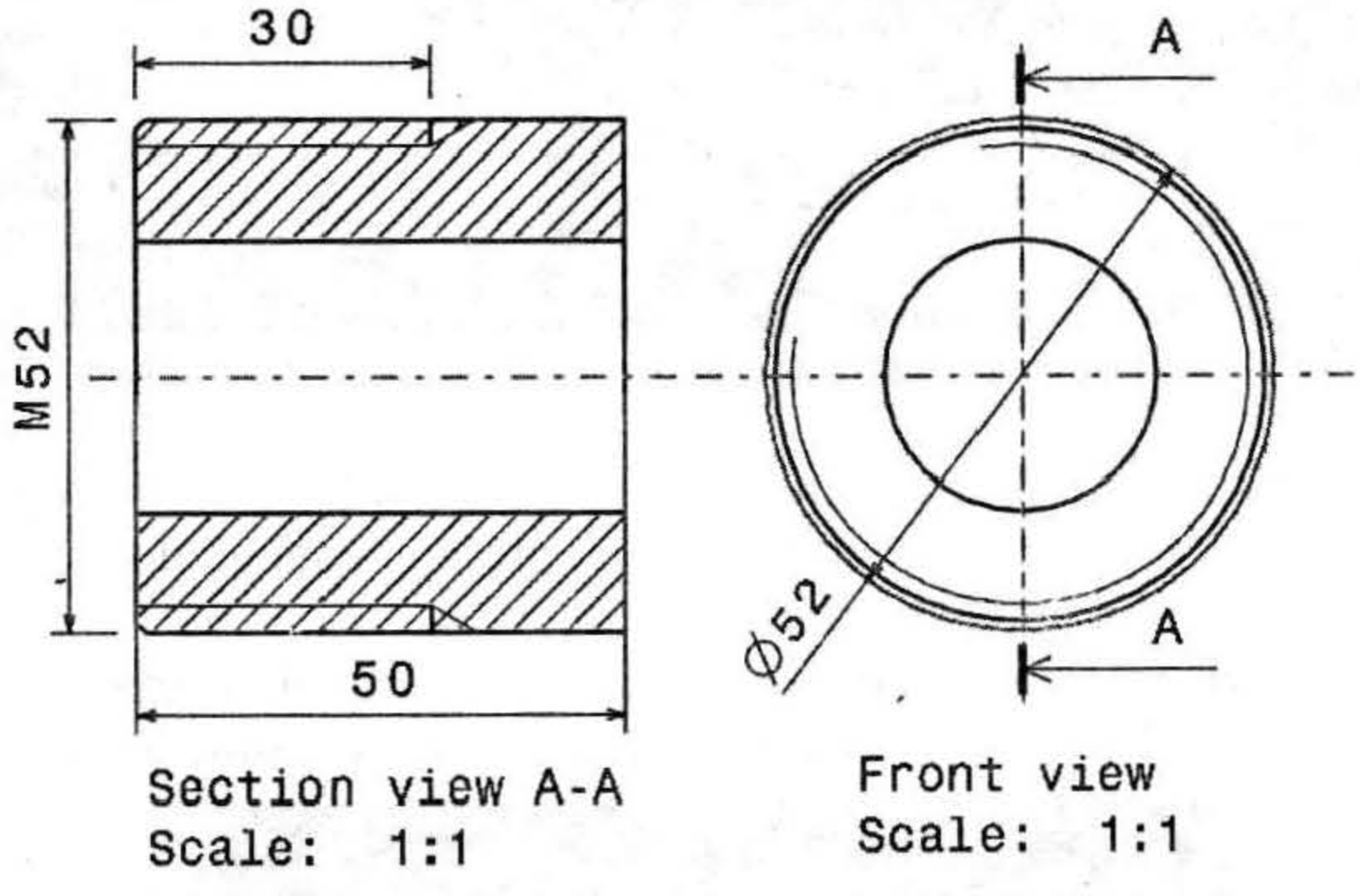


Fig. 3.78. Reprezentarea filetului în modulul CATIA Drafting

Cu toate că nu există o reprezentare geometrică în modulul CATIA Part Design, existența filetului este semnalată de elementul *Thread.1*, adăugat în arborele de specificații.

3.3.3. Bara de instrumente Surface-Based Features

Bara *Surface-Based Features* conține următoarele instrumente de modelare: *Split*, *Thick Surface*, *Close Surface* şi *Sew Surface*. Această bară de instrumente este disponibilă atât în format extins, cât şi compact. Pentru a selecta modul de vizualizare se accesează meniul [View] -> [Toolbars] -> [Surface-Based Features].

Cu ajutorul barei de instrumente *Surface-Based Features* se aplică diferite comenzi asupra suprafețelor sau se folosesc aceste suprafețe pentru modificarea celorlalte elemente ale corpului. Astfel, se pot obține diferite secțiuni în corpuri, se închid suprafețe deschise sau se adaugă noi suprafețe la un corp.

3.3.3.1. Instrumentul de modelare Split

Split se utilizează pentru a efectua secțiuni tridimensionale în corpuri de-a lungul unei suprafețe sau a unui plan. Acest instrument este deosebit de util în cazul pieselor complicate, cu multe suprafețe interioare, pentru a evidenția forma şi poziția acestora. Se poate, astfel, analiza corectitudinea generării, pentru a efectua diferite modificări, pentru a-l prezenta şefului de proiect spre aprobare etc.

Procedura de lucru presupune crearea unui corp utilizând diferite instrumente de modelare puse la dispoziție de program. Spre exemplu, se consideră conectorul T din figura 3.79, construit simetric față de planul ZX, respectiv, față de planul YZ.

Se va realiza o secțiune cu îndepărtare de material pentru ca interiorul conectorului să devină vizibil și mult mai ușor accesibil. În acest scop se selectează corpul în arborele de specificații, se apasă pictograma "*Split*" afișându-se fereastra de dialog "*Split Definition*".

Pentru câmpul "*Splitting Element:*" se alege planul de simetrie ZX și direcția de înlăturare a materialului.

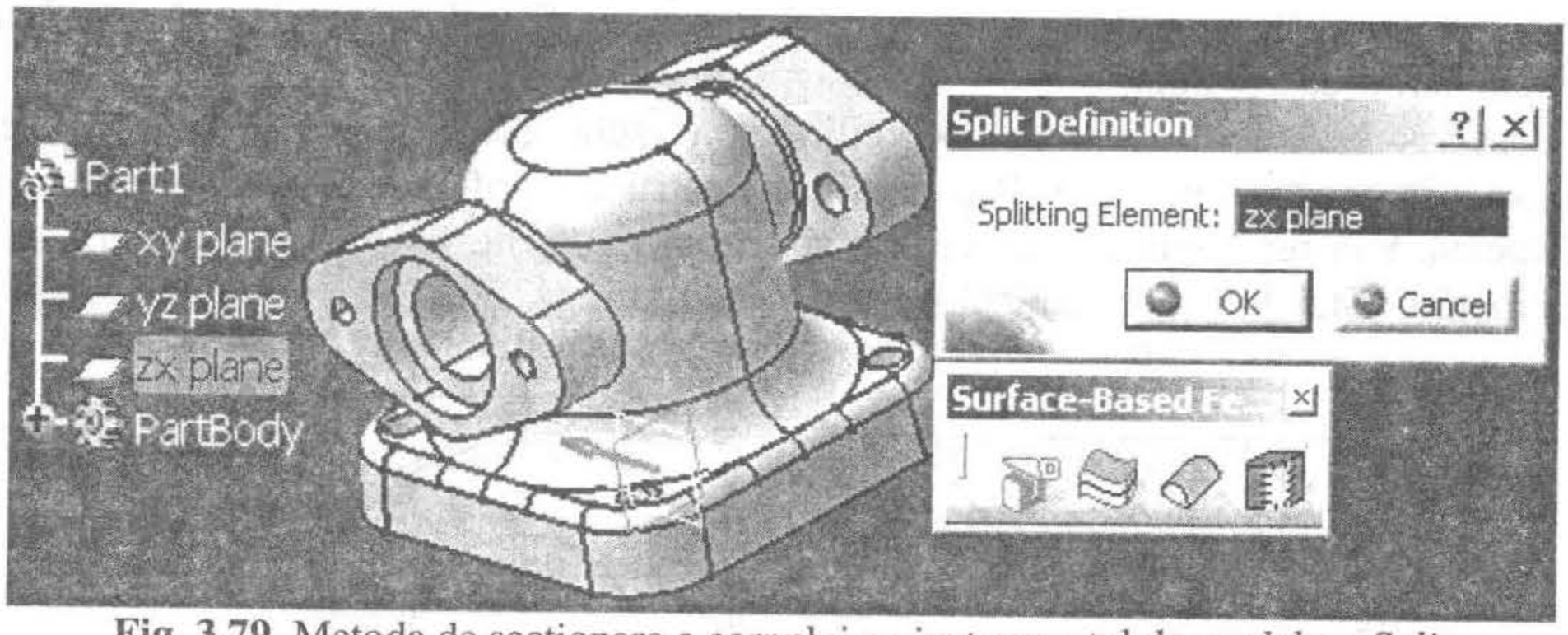


Fig. 3.79. Metoda de secționare a corpului cu instrumentul de modelare *Split*

În urma secționării conectorului și a îndepărtării materialului rezultă corpul din figura 3.80. Astfel, utilizatorul are acces rapid la interiorul acestuia, presupunând că dorește să realizeze unele operații numai asupra interiorului jumătății rămase a corpului.

De asemenea, în arborele de specificații s-a adăugat elementul *Split.1*, activ implicit, dar care poate fi dezactivat sau înlăturat în momentul în care prezența acestuia nu mai este necesară.

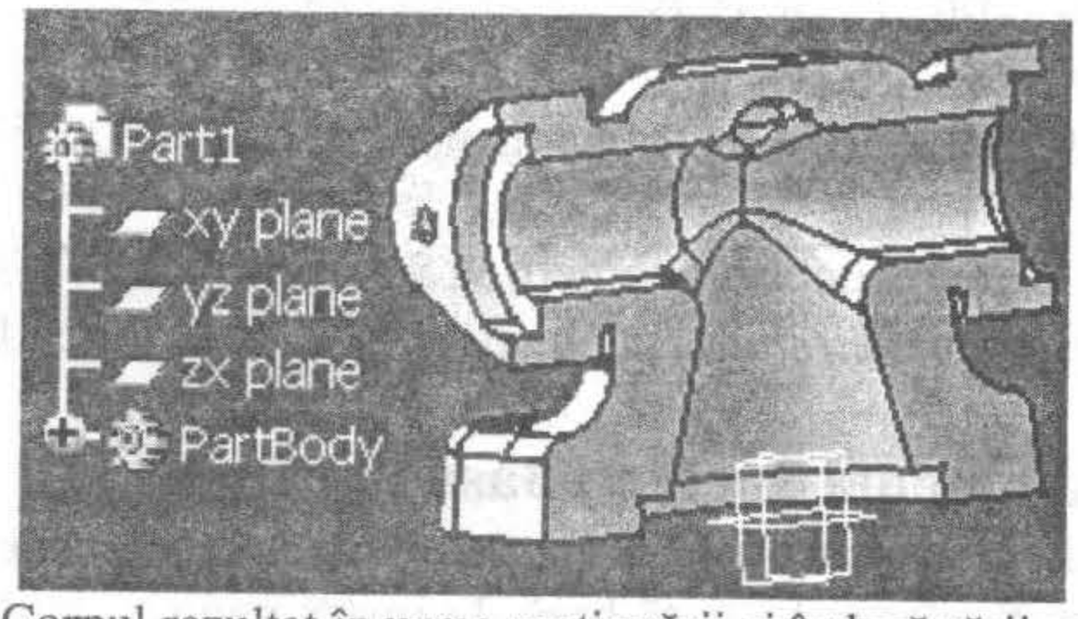


Fig. 3.80. Corpul rezultat în urma secționării și îndepărtării materialului

3.3.3.2. Instrumentul de modelare Thick Surface

Thick Surface se utilizează pentru a adăuga material unei suprafețe, pe două direcții opuse, de o parte și de alta a acesteia.

Spre exemplu, suprafața se poate obține din extrudarea unei linii cu ajutorul instrumentului de modelare *Extrude* din modulul CATIA Wireframe and Surface Design ([Start] -> [Mechanical Design] -> [Wireframe and Surface Design]).

Revenind în modulul CATIA Part Design, suprafața respectivă este adăugată în arborele de specificații cu numele *Extrude.1*.

În figura 3.81 se prezintă fereastra de dialog "*ThickSurface Definition*" care conține câmpurile "*First Offset:*" și "*Second Offset:*", reprezentând valorile prin care se va modifica grosimea suprafeței în vederea generării unui corp tridimensional.

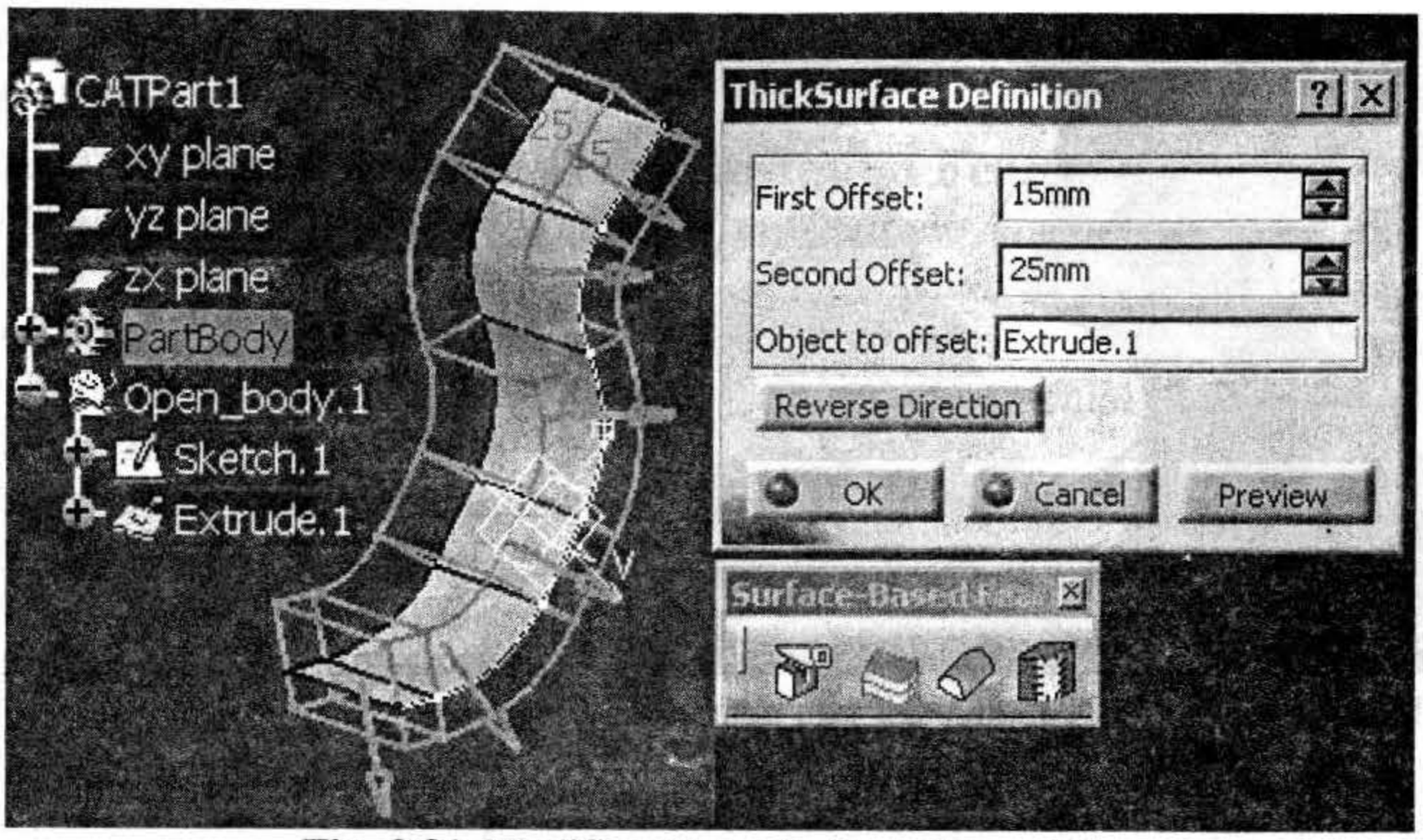


Fig. 3.81. Modificarea grosimii unei suprafețe

Săgețile care apar pe suprafață indică prima direcție de modificare a grosimii (*First Offset*).

3.3.3.3. Instrumentul de modelare Close Surface

Close Surface se utilizează pentru a închide un volum de material delimitat de una sau mai multe suprafețe. Pentru exemplificare, se consideră un profil oarecare, închis, care este extrudat şi transformat în suprafață, în continuare, cu ajutorul instrumentului de modelare *Extrude* din modulul CATIA Wireframe and Surface Design (figura 3.82).

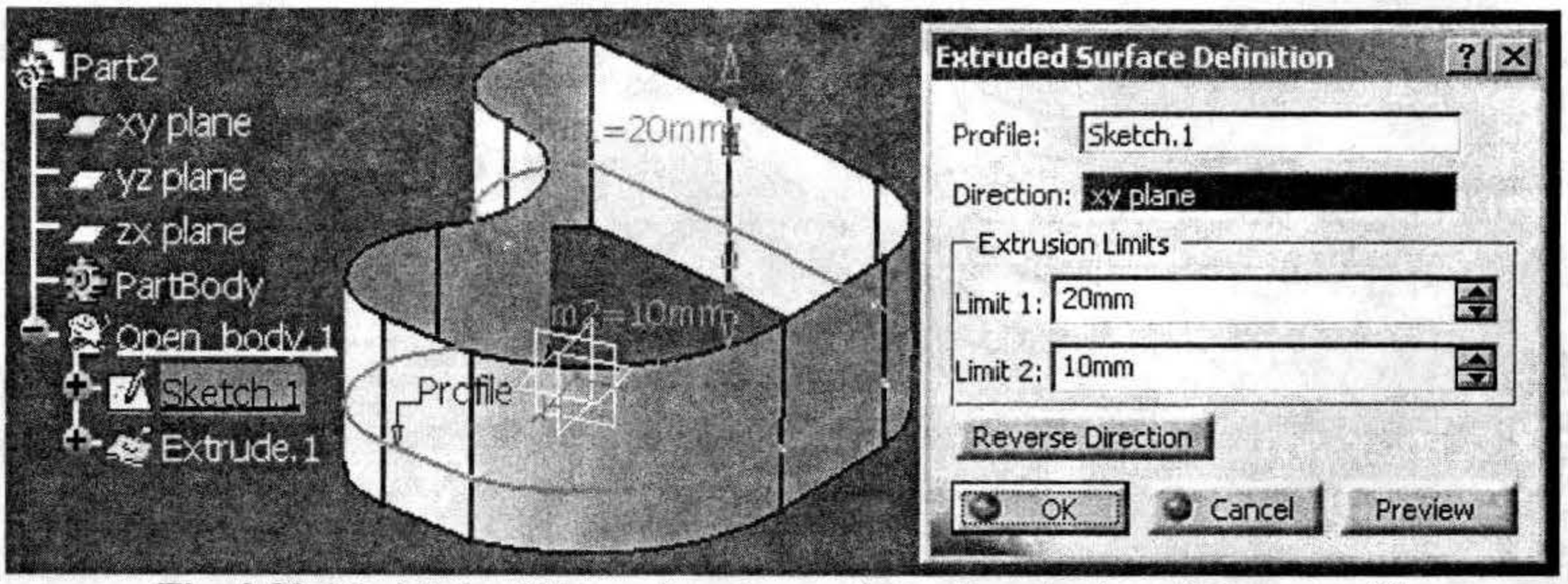


Fig. 3.82. Modul de obținere al unei suprafețe prin extrudare dintr-un profil

În modulul CATIA Part Design se apasă pictograma "*Close Surface*", se selectează suprafața *Extrude.1* şi se validează această opțiune apăsând butonul [OK] (figura 3.83).

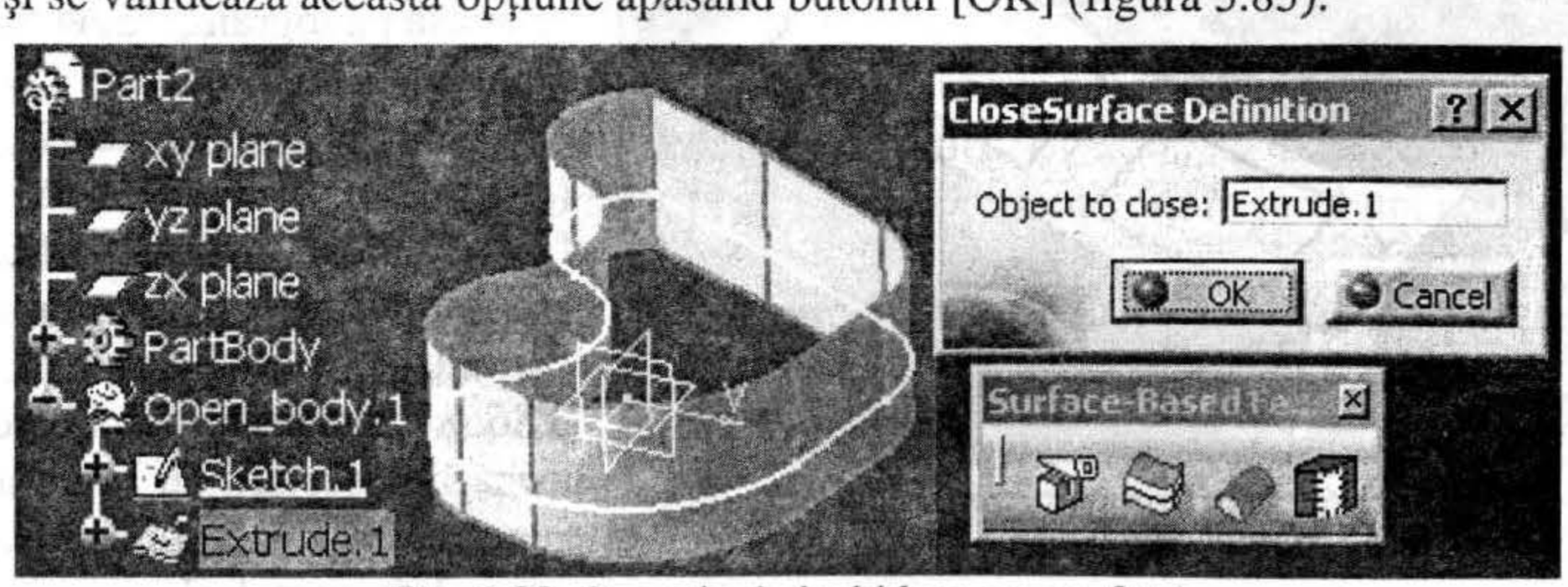


Fig. 3.83. Operația de închidere a suprafeței

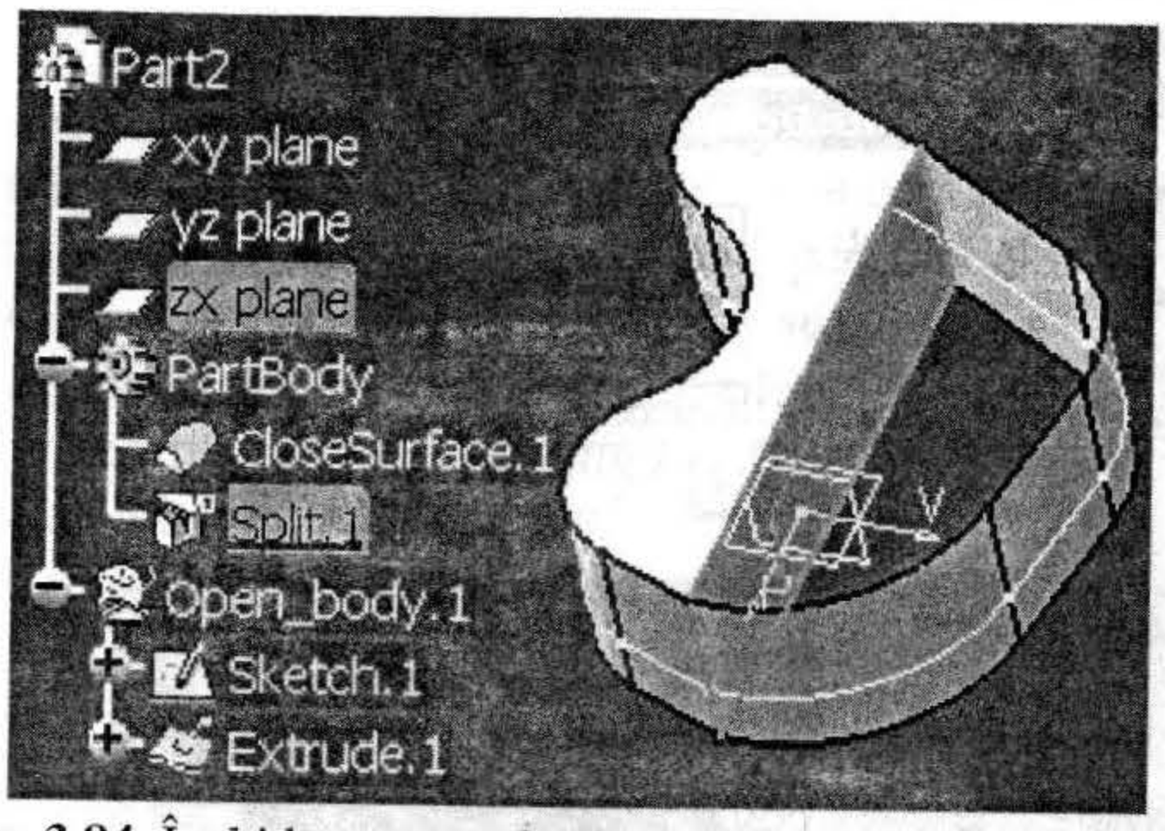


Fig. 3.84. Închiderea suprafeței se realizează prin adăugarea unui volum de material

Astfel, suprafața se închide, rezultatul fiind asemănător corpului obținut prin extrudarea profilului cu instrumentul de modelare *Pad*. De asemenea, în arborele de specificații se adaugă elementul *CloseSurface.1* care indică modalitatea de obținere a corpului.

În figura 3.84 se prezintă acest corp, dar şi o secțiune (*Split*) după planul ZX pentru a observa că, în urma aplicării instrumentului de modelare *Close Surface*, în interiorul suprafeței s-a creat un volum de material.

3.3.3.4. Instrumentul de modelare Sew Surface

Sew Surface este utilizat pentru a atașa ("a coase") o suprafață la un corp. Operația constă în prelucrarea intersectării dintre o suprafață dată şi un corp, prin înlăturare de material.

Pentru exemplificare, se consideră o suprafață creată cu instrumentul de modelare *Extrude* din modulul CATIA Wireframe and Surface Design şi un corp rezultat, de asemenea, din extrudarea *Pad* a unui profil oarecare. Astfel, în figura 3.85 se observă poziționarea şi intersectarea celor două elemente, suprafața şi corpul.

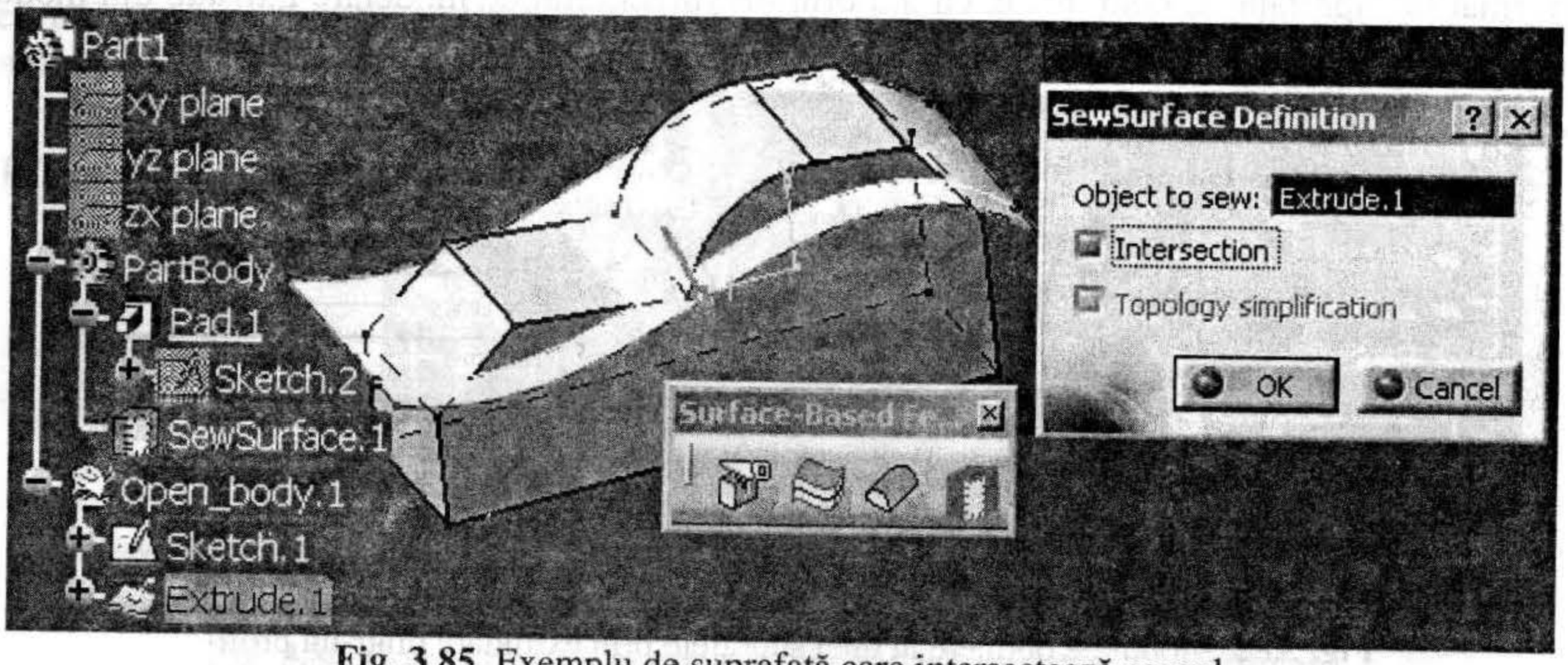


Fig. 3.85. Exemplu de suprafață care intersectează corpul

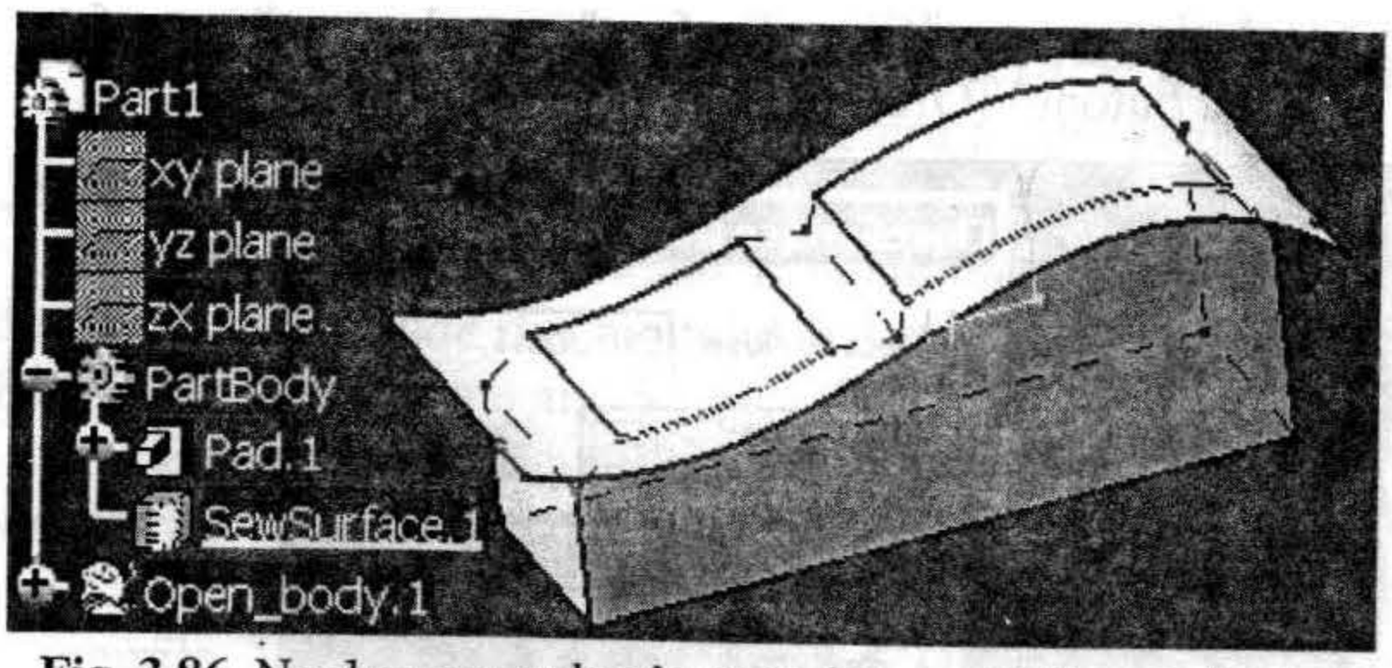


Fig. 3.86. Noul corp rezultat în urma intersectării suprafeței şi corpului

În modulul CATIA Part Design se apasă pictograma "*Sew Surface*", în fereastra de dialog "*SewSurface Definition*" se selectează suprafața (*Extrude.1*), se bifează opțiunea "*Intersection*" şi se modifică direcția săgeții, indicând partea din materialul corpului care va fi păstrată. În figura 3.86 se prezintă corpul rezultat în urma intersectării cu suprafața, partea superioară a acestuia luând forma impusă de suprafață.

De asemenea, elementul *SewSurface.1* este adăugat în arborele de specificații.

3.3.4. Bara de instrumente Transformation Features

Bara *Transformation Features* conține următoarele instrumente de modelare: *Move* (*Translation*, *Rotation* şi *Symmetry*), *Mirror*, *Patterns* (*Rectangular Pattern*, *Circular Pattern* şi *User Pattern*) şi *Scaling*, fiind disponibilă numai în format extins.

Pentru a selecta modul de vizualizare se accesează meniul [View] -> [Toolbars] -> [Transformation Features].

Aceste instrumente de modelare aplică diferite comenzi asupra corpurilor (translații, rotații, oglindiri în raport cu o față sau o suprafață), multiplicarea unor elemente ale corpurilor după anumite şabloane (rectangular, circular) sau scalează (dimensionează) aceste corpuri, utilizând ca element de referință un punct, o față sau un plan.

3.3.4.1. Instrumentul de modelare Translation

Acest instrument de modelare este utilizat pentru a deplasa un corp de-a lungul unei direcții, cu o anumită valoare.

Pentru exemplificare, se consideră un corp rezultat din extrudarea *Pad* a unui profil oarecare (figura 3.87). Se apasă pictograma "*Translation*", afişându-se fereastra de dialog "*Translate Definition*".

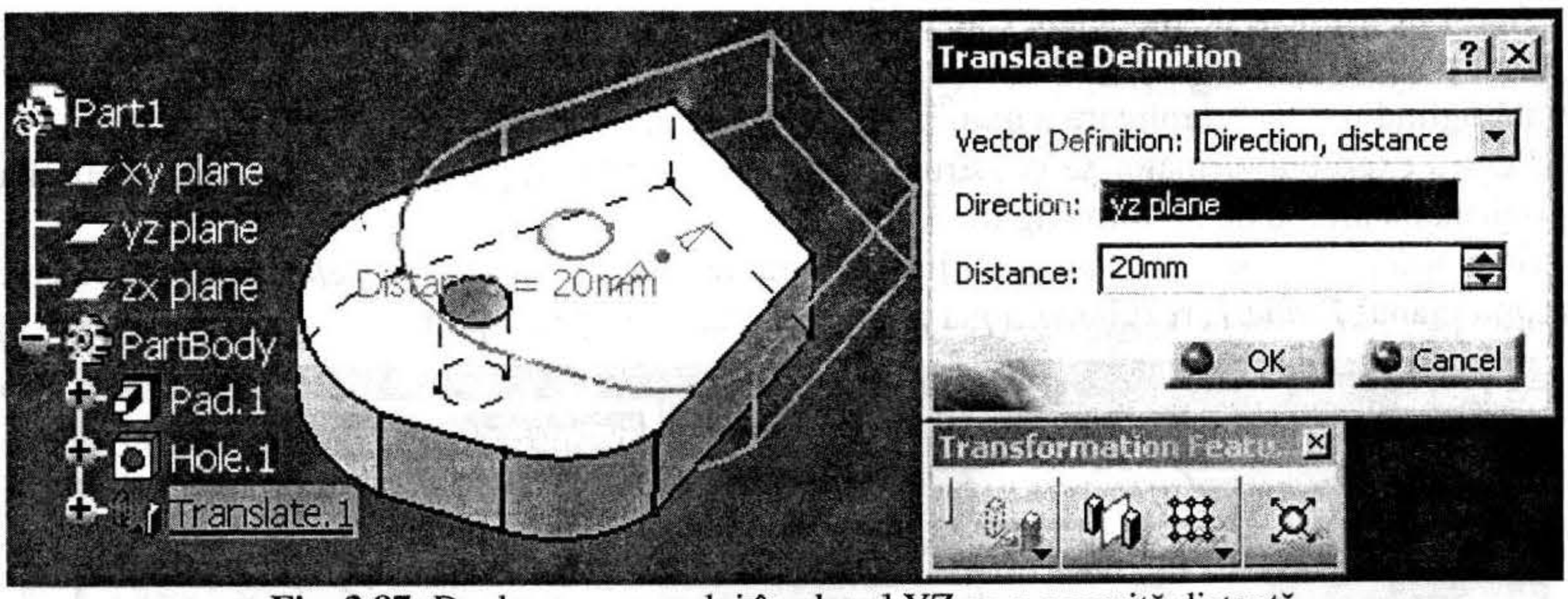


Fig. 3.87. Deplasarea corpului în planul YZ pe o anumită distanță

În câmpul "*Vector Definition:*" se stabileşte modul de definire a deplasării corpului prin una din opțiunile: *Direction, distance*, *Point to point* sau *Coordinates*.

În cazul aplicării opțiunii "*Direction, distance*", prezentat în figura 3.87, se alege ca direcție planul YZ şi ca valoare a deplasării o distanță de 20 mm.

În arborele de specificații se adaugă elementul *Translate.1*, iar în urma validării, prin apăsarea butonului [OK], corpul se deplasează în noua poziție.

3.3.4.2. Instrumentul de modelare Rotation

Acest instrument de modelare este utilizat pentru a roti un corp în jurul unei axe sau muchii, cu un anumit unghi.

Se apasă pictograma "*Rotation*", în fereastra de dialog "*Rotate Definition*" se selectează o muchie a corpului apoi se introduce unghiul de rotație (figura 3.88).

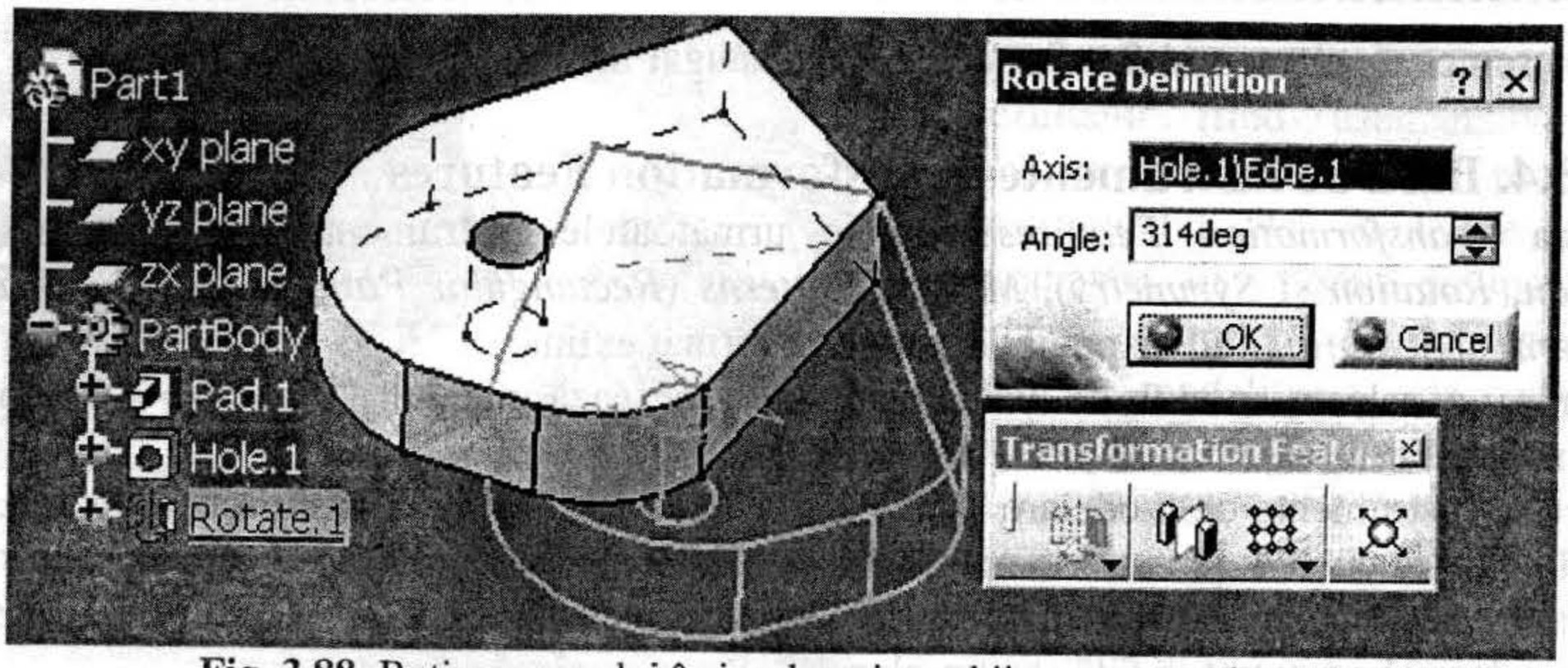


Fig. 3.88. Rotirea corpului în jurul unei muchii cu un anumit unghi

Rotirea corpului se poate face atât în jurul unei muchii a corpului, aflată în oricare dintre cele trei plane, cât şi în jurul unei axe create în modulul CATIA Sketcher. Sensul de rotaţie este determinat de valoarea unghiului (pozitivă sau negativă). În arborele de specificaţii este adăugat elementul *Rotate.1*.

3.3.4.3. Instrumentul de modelare Symmetry

Acest instrument de modelare este utilizat pentru a realiza deplasarea şi orientarea unui corp într-o nouă poziţie, simetrică faţă de cea iniţială, relativ la o faţă sau la un plan. În fapt, *Symmetry* reprezintă oglindirea fără duplicare a unui corp, în raport cu o faţă sau cu un plan.

Pentru exemplul următor se construieşte şi se utilizează un plan (*Plane.1*), paralel cu planul ZX, la o distanţă aleasă de 30 mm (figura 3.89).

Se apasă pictograma "*Symmetry*", în fereastra de dialog "*Symmetry Definition*" se selectează ca referinţă planul *Plane.1*, rezultând noua poziţie şi orientare ale corpului.

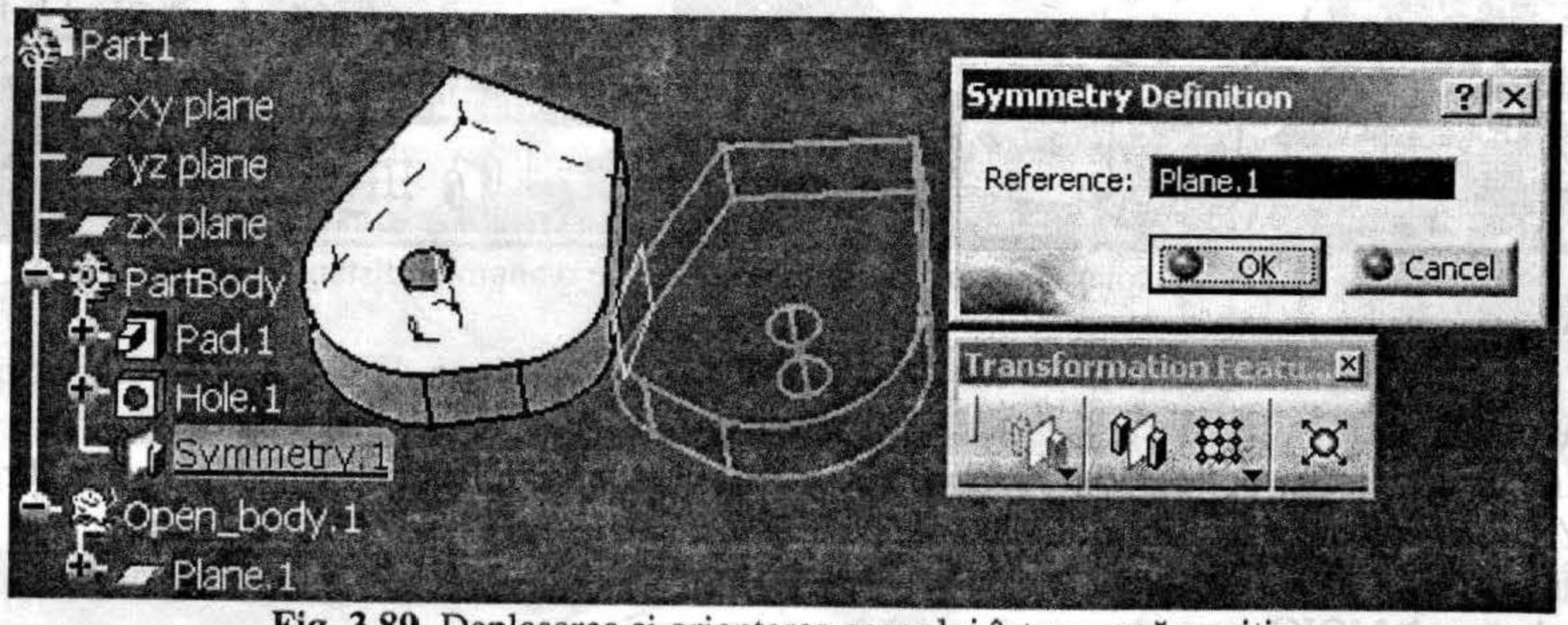


Fig. 3.89. Deplasarea şi orientarea corpului într-o nouă poziţie

Crearea planului *Plane.1* nu este absolut necesară, simetria fiind posibilă relativ la oricare dintre cele trei plane (XY, YZ, ZX) sau feţe ale corpului. De remarcat că noua poziţie şi orientare ale acestuia se pot obţine prin rotire şi deplasare succesivă. De asemenea, în arborele de specificaţii este adăugat elementul *Symmetry.1*.

3.3.4.4. Instrumentul de modelare Mirror

Acest instrument de modelare este utilizat pentru a deplasa şi orienta duplicatul unui corp într-o nouă poziţie, simetrică faţă de cea iniţială, relativ la o faţă sau la un plan. Rezultă, astfel, două corpuri poziţionate "în oglindă", relativ la elementul de simetrie selectat.

Ca şi în cazul *Symmetry*, se construieşte şi se utilizează un plan (*Plane.1*), paralel cu planul ZX, la o distanță de 40 mm. Se apasă pictograma "*Mirror*", în fereastra de dialog apărută se selectează ca referință planul, rezultând noua poziție şi orientare ale corpului duplicat (figura 3.90).

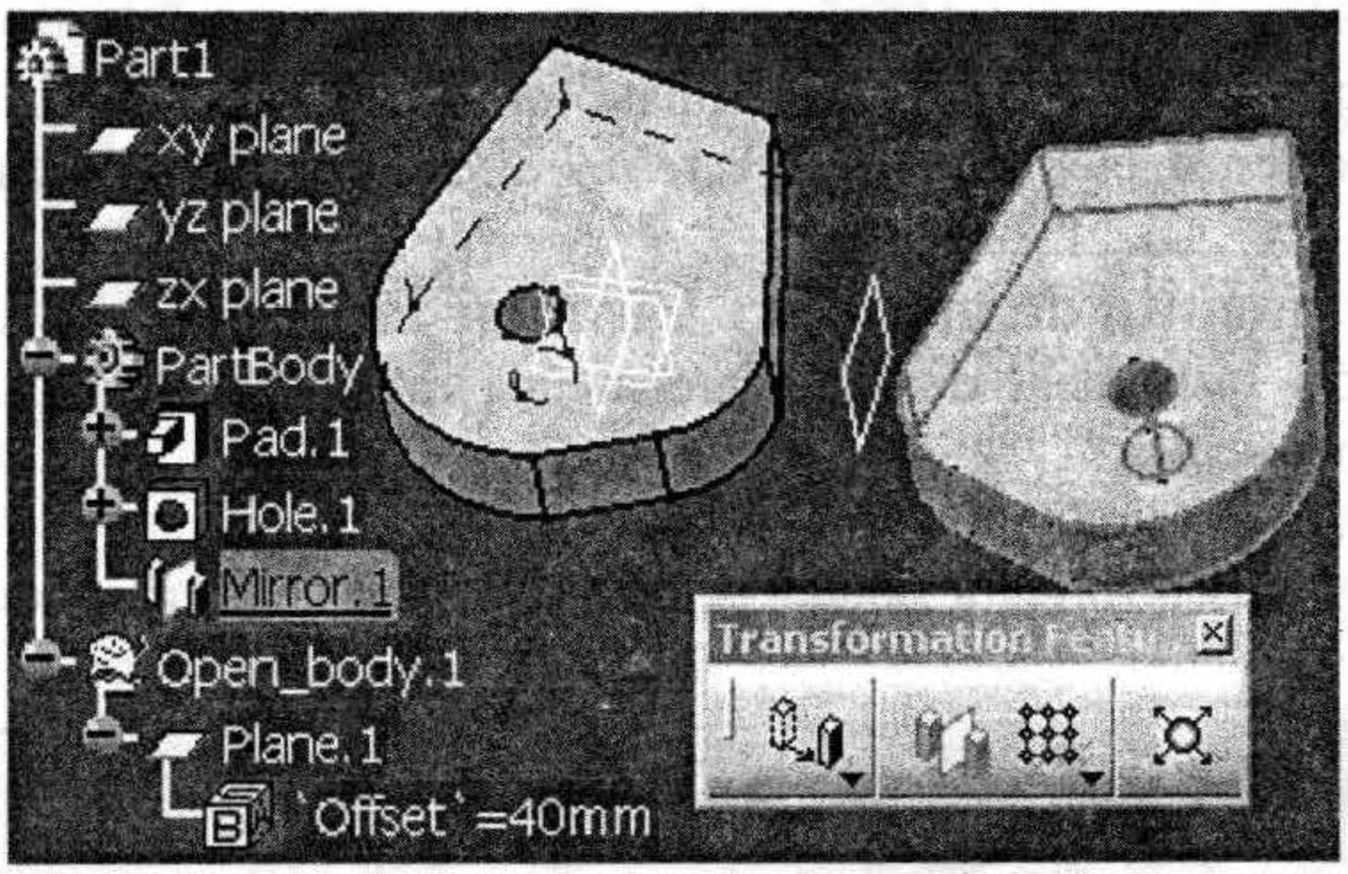


Fig. 3.90. Duplicarea, deplasarea şi orientarea corpului într-o nouă poziție

Corpul rezultat este identic cu cel inițial, numele său (*Mirror.1*) fiind adăugat în arborele de specificații. Orice modificare adusă corpului inițial este transmisă automat corpului duplicat.

3.3.4.5. Instrumentul de modelare Rectangular Pattern

Aplicarea acestui instrument de modelare are ca rezultat multiplicarea unui element al corpului după un şablon rectangular, o matrice pătratică. Toate obiectele multiplicate sunt clone ale obiectului inițial.

În exemplul următor se consideră un corp de tip disc care prezintă o gaură (*Hole.1*), având schița (*Sketch.2*) situată pe una din fețele acestuia (*Face.2*). Se apasă pictograma "*Rectangular Pattern*", în fereastra de dialog "*Rectangular Pattern Definition*" se alege ca element de referință fața *Face.2*, iar în câmpul "*Instance(s):*" se introduce valoarea 3, reprezentând numărul de clone ale găurii pe fața selectată a discului, de-a lungul celor două direcții (*First, Second Direction*).

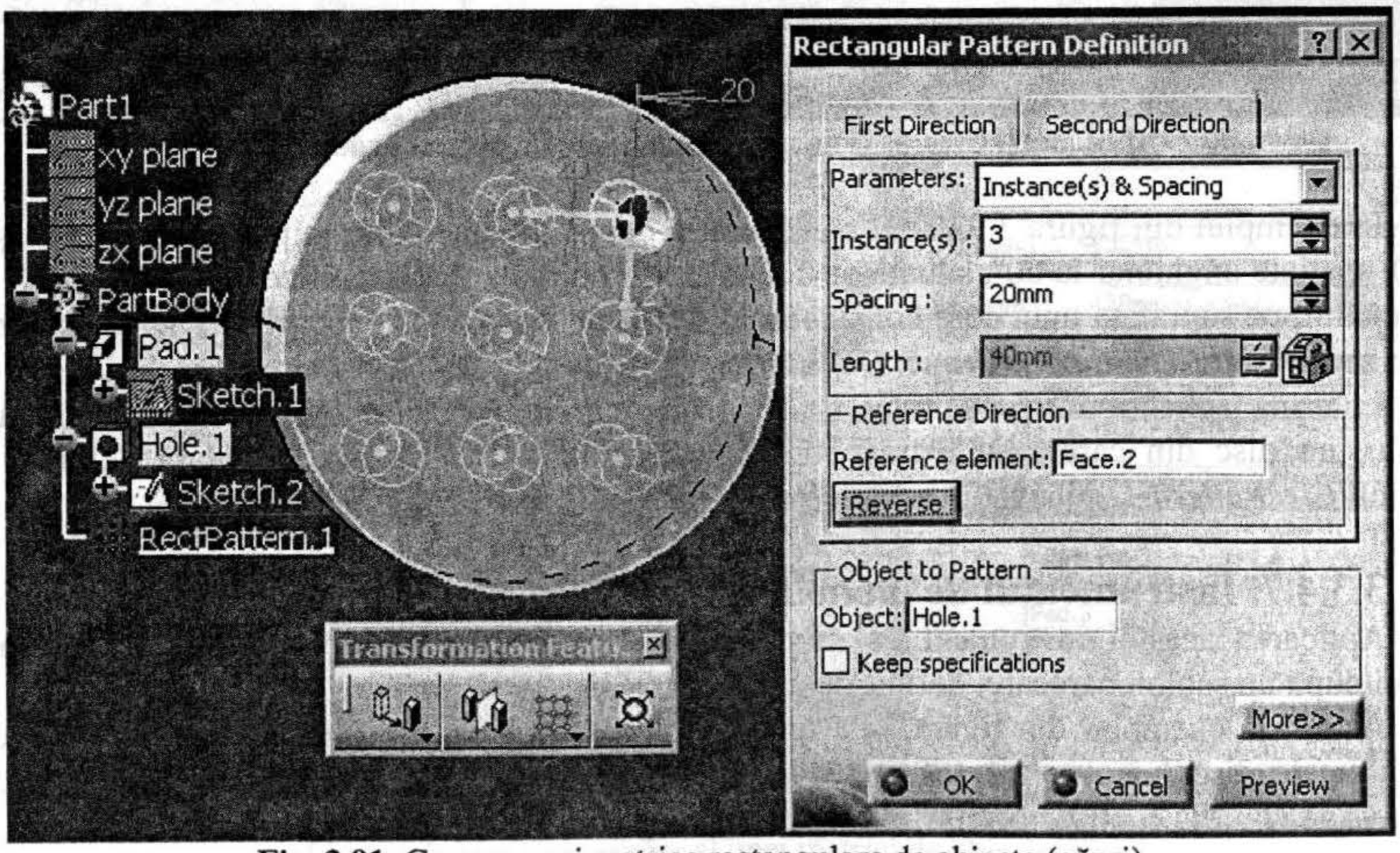


Fig. 3.91. Crearea unei matrice rectangulare de obiecte (găuri)

În câmpul "*Parameters:*", având selectată opțiunea "*Instance(s) & Spacing*", este necesară introducerea în câmpul "*Spacing:*" a unei valori (20 mm) reprezentând distanța între două găuri succesive. Aceste modificări se efectuează în ambele zone *First* și *Second Direction* (figura 3.91).

În urma aplicării instrumentului de modelare *Rectangular Pattern*, va rezulta, pentru acest exemplu, un disc din care s-au extras 9 găuri, situate într-o matrice 3 x 3, la distanțe egale de 20 mm, una de alta. De asemenea, elementul *RectPattern.1* este adăugat în arborele de specificații.

3.3.4.6. Instrumentul de modelare Circular Pattern

Aplicarea acestui instrument de modelare are ca rezultat multiplicarea unui element al corpului după un șablon circular.

În acest caz, matricea circulară este definită de numărul de clone (*Instances*) ale obiectului inițial, de spațierea unghiulară (*Angular Spacing*) între acestea și de numărul de cercuri pe care sunt dispuse, spre exterior.

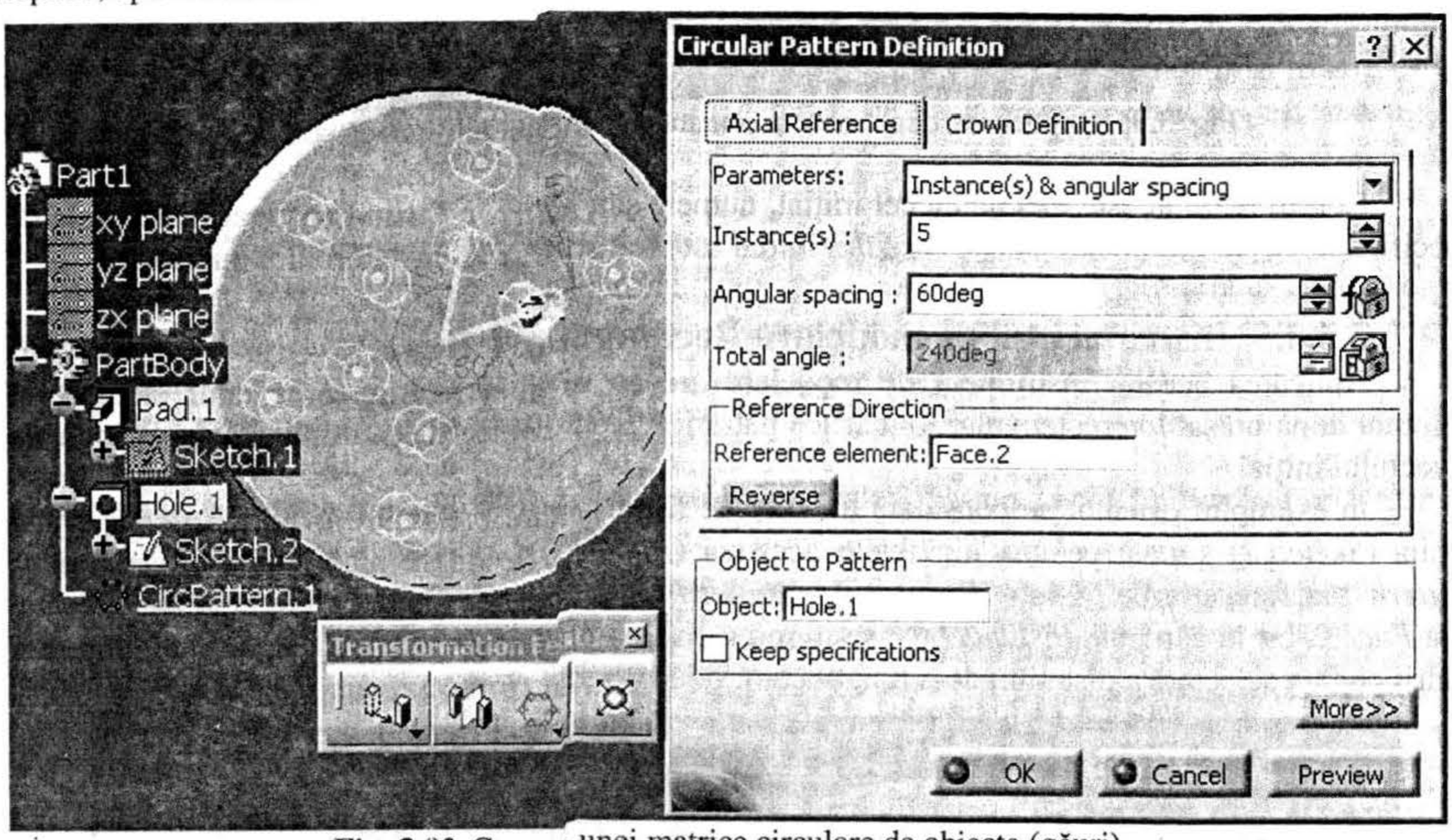


Fig. 3.92. Crearea unei matrice circulare de obiecte (găuri)

În exemplul din figura 3.92 s-au considerat 5 clone ale obiectului inițial (incluzându-l și pe acesta), spațiate unghiular la 60^0, situate pe două cercuri purtătoare concentrice, distanțate la 15 mm unul de altul, pe suprafața unui corp considerat în formă de disc. Aceste modificări se efectuează în ambele zone *Axial Reference* și *Crown Definition*.

În urma aplicării instrumentului de modelare *Circular Pattern*, va rezulta, pentru acest exemplu, un disc din care s-au extras 10 găuri, dispuse într-o matrice circulară definită prin elementul *CircPattern.1*, adăugat în arborele de specificații.

3.3.4.7. Instrumentul de modelare User Pattern

Aplicarea acestui instrument de modelare are ca rezultat multiplicarea unui element al corpului după un șablon oarecare, definit de utilizator.

Astfel, în exemplul din figura 3.93, pentru a indica poziția găurilor, utilizatorul creează pe una din fețele discului o schiță (*Sketch.3*) care conține trei puncte (*Point.1, 2, 3*). În punctele respective se vor afla centrele cercurilor care definesc găurile.

În câmpul "*Parameters:*", având selectată opțiunea "*Instance(s) & Spacing*", este necesară introducerea în câmpul "*Spacing:*" a unei valori (20 mm) reprezentând distanța între două găuri succesive. Aceste modificări se efectuează în ambele zone *First* şi *Second Direction* (figura 3.91).

În urma aplicării instrumentului de modelare *Rectangular Pattern*, va rezulta, pentru acest exemplu, un disc din care s-au extras 9 găuri, situate într-o matrice 3 x 3, la distanțe egale de 20 mm, una de alta. De asemenea, elementul *RectPattern.1* este adăugat în arborele de specificații.

3.3.4.6. Instrumentul de modelare Circular Pattern

Aplicarea acestui instrument de modelare are ca rezultat multiplicarea unui element al corpului după un şablon circular.

În acest caz, matricea circulară este definită de numărul de clone (*Instances*) ale obiectului inițial, de spațierea unghiulară (*Angular Spacing*) între acestea şi de numărul de cercuri pe care sunt dispuse, spre exterior.

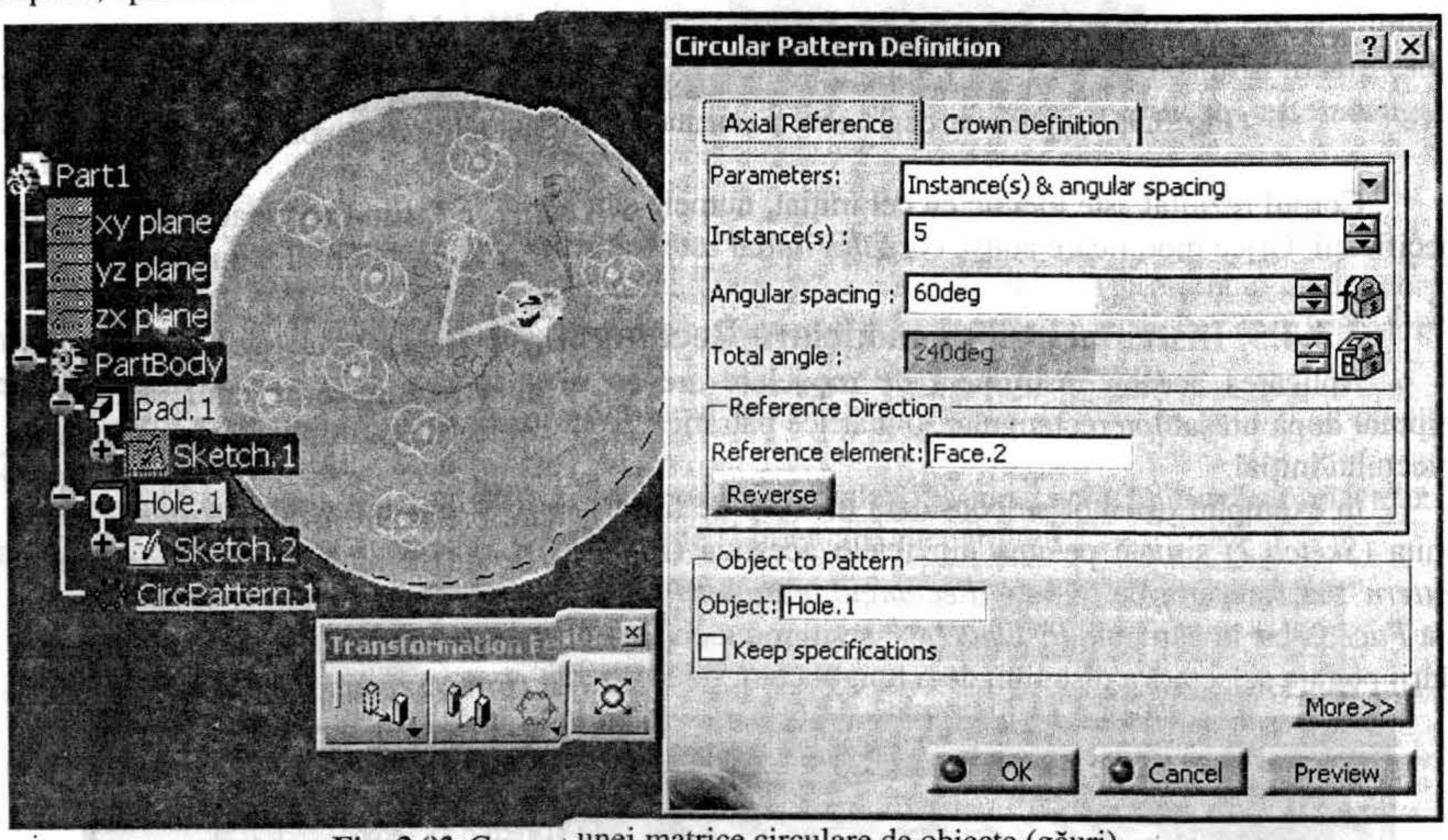


Fig. 3.92. Crearea unei matrice circulare de obiecte (găuri)

În exemplul din figura 3.92 s-au considerat 5 clone ale obiectului inițial (incluzându-l şi pe acesta), spațiate unghiular la 60^0, situate pe două cercuri purtătoare concentrice, distanțate la 15 mm unul de altul, pe suprafața unui corp considerat în formă de disc. Aceste modificări se efectuează în ambele zone *Axial Reference* şi *Crown Definition*.

În urma aplicării instrumentului de modelare *Circular Pattern*, va rezulta, pentru acest exemplu, un disc din care s-au extras 10 găuri, dispuse într-o matrice circulară definită prin elementul *CircPattern.1*, adăugat în arborele de specificații.

3.3.4.7. Instrumentul de modelare User Pattern

Aplicarea acestui instrument de modelare are ca rezultat multiplicarea unui element al corpului după un şablon oarecare, definit de utilizator.

Astfel, în exemplul din figura 3.93, pentru a indica poziția găurilor, utilizatorul creează pe una din fețele discului o schiță (*Sketch.3*) care conține trei puncte (*Point.1, 2, 3*). În punctele respective se vor afla centrele cercurilor care definesc găurile.

În acest cilindru se execută o gaură (*Hole1*), apoi acesteia i se racordează muchia de capăt superioară (*EdgeFillet.1*). Pentru a multiplica acest cilindru modificat pe întreaga faţă a paralelipipedului, se iau în considerare cele trei elemente care intră în componenţa sa, şi anume: cilindrul iniţial, gaura şi racordarea muchiei.

Astfel, în câmpul "*Object to Pattern*" se vor regăsi cele trei elemente (*Pad.2*, *Hole.1* şi *EdgeFillet.1*). Restul opţiunilor şi valorilor se vor considera ca în cazul obiectelor simple, prezentate anterior.

3.3.4.8. Instrumentul de modelare Scaling

Rolul acestui instrument de modelare este de a scala un corp utilizând ca referinţă un punct, un plan sau o suprafaţă plană. În figura 3.95 se consideră un corp oarecare (*Pad.1*) ce conţine o gaură (*Hole.1*) şi racordarea pe contur a muchiei suprafeţei respective (*EdgeFillet.1*).

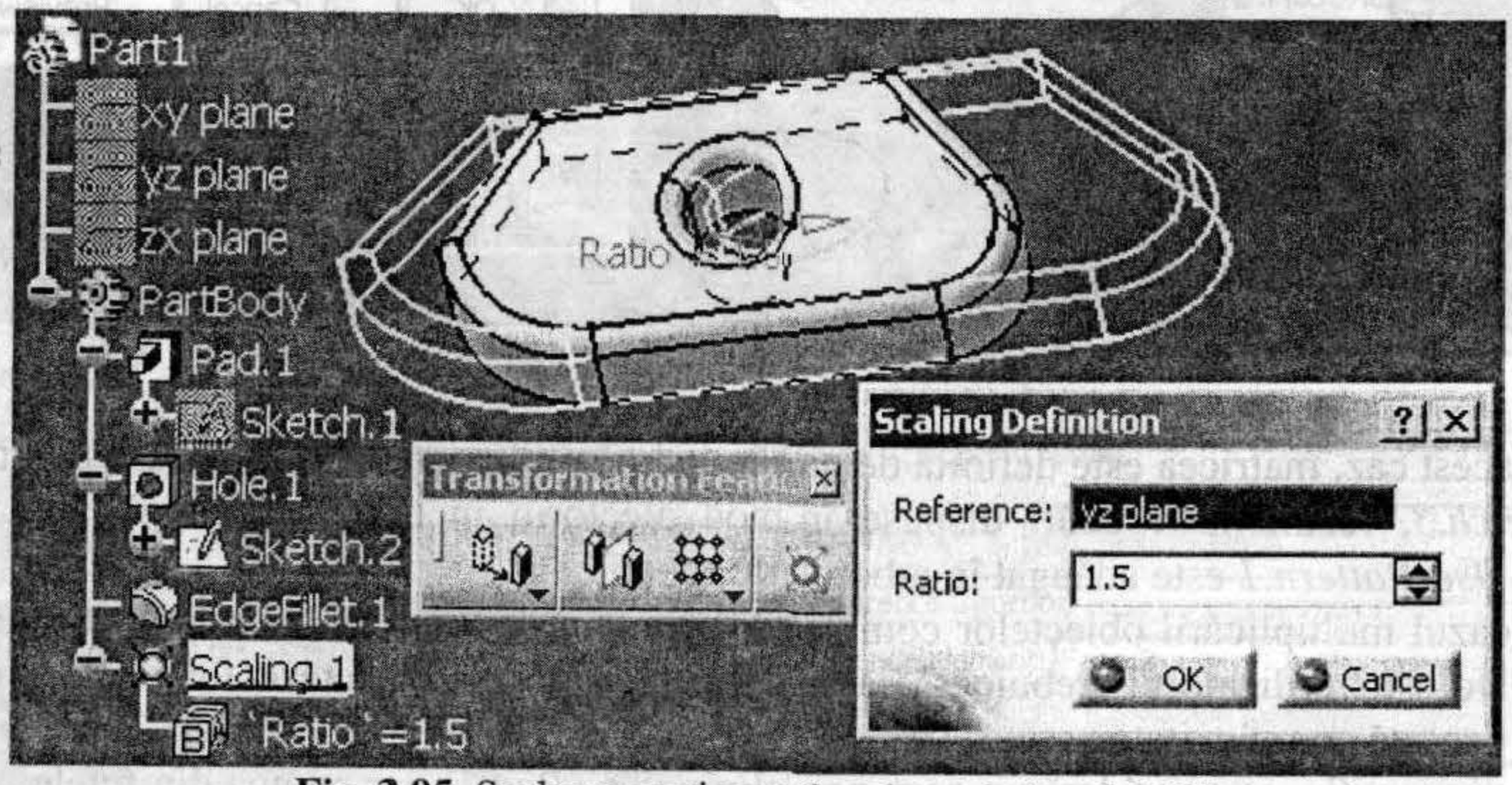


Fig. 3.95. Scalarea unui corp de-a lungul planului YZ

Se apasă pictograma "*Scaling*", în câmpul "*Reference:*" se selectează planul YZ, iar în câmpul "*Ratio:*" se introduce valoarea de multiplicare 1.5. Astfel, corpul iniţial a fost scalat neuniform pe o singură direcţie.

Pentru o scalare uniformă, pe toate cele trei direcţii (planele XY, YZ şi ZX), se aplică succesiv instrumentul de modelare *Scaling* având ca referinţă fiecare din cele trei plane.

În exemplul din figura 3.95 valoarea de scalare fiind supraunitară (1.5), se generează un corp mărit corespunzător. Dacă valoarea este subunitară (spre exemplu, 0.5) corpul va rezulta micşorat.

3.3.5. Bara de instrumente Boolean Operations

Bara *Boolean Operations* conţine instrumentele de modelare: *Assemble*, *Operations* (*Add*, *Remove* şi *Intersect*), *Union Trim* şi *Remove Lump*. Aceasta este disponibilă numai în format extins. Pentru a selecta modul de vizualizare se accesează meniul [View] -> [Toolbars] -> [Boolean Operations].

Operaţiile booleane sunt metode de modelare uzuale şi folosesc obiecte care se intersectează, prin urmare, pun în comun o anumită secţiune. Întotdeauna, în urma unei operaţii booleane, rezultă un singur obiect.

În uniunea booleană geometria ariei de intersecţie este eliminată şi este creat un singur obiect din obiectele iniţiale, folosind toate părţile geometrice exterioare.

În general, uniunea este folosită pentru a obţine obiecte complexe din obiecte simple, create separat, fiind o cale mai facilă decât modelarea directă a obiectului final.

Substracția booleană este folosită pentru a înlătura volumul de intersecție al unui obiect din altul. În urma operației rămâne un singur obiect din care lipseşte volumul intersecției cu celălalt obiect. Al doilea obiect este creat numai pentru a fi extras din primul obiect.

Intersecția booleană păstrează numai volumul intersecției celor două obiecte, eliminându-le complet pe acestea.

Operațiile booleane sunt bazate pe ecuații matematice extrem de complicate, care folosesc obiecte 3D, uneori în mai multe iterații. Se recomandă o planificare a obiectului care se doreşte a fi realizat, operațiile booleane putând fi înlocuite de alte procedee mai simple.

3.3.5.1. Instrumentul de modelare Assemble

Asamblarea este o operație care include diferite specificații legate de corpurile ansamblului pentru a crea o configurație complexă. Corpurile sunt create utilizând orice instrument de modelare.

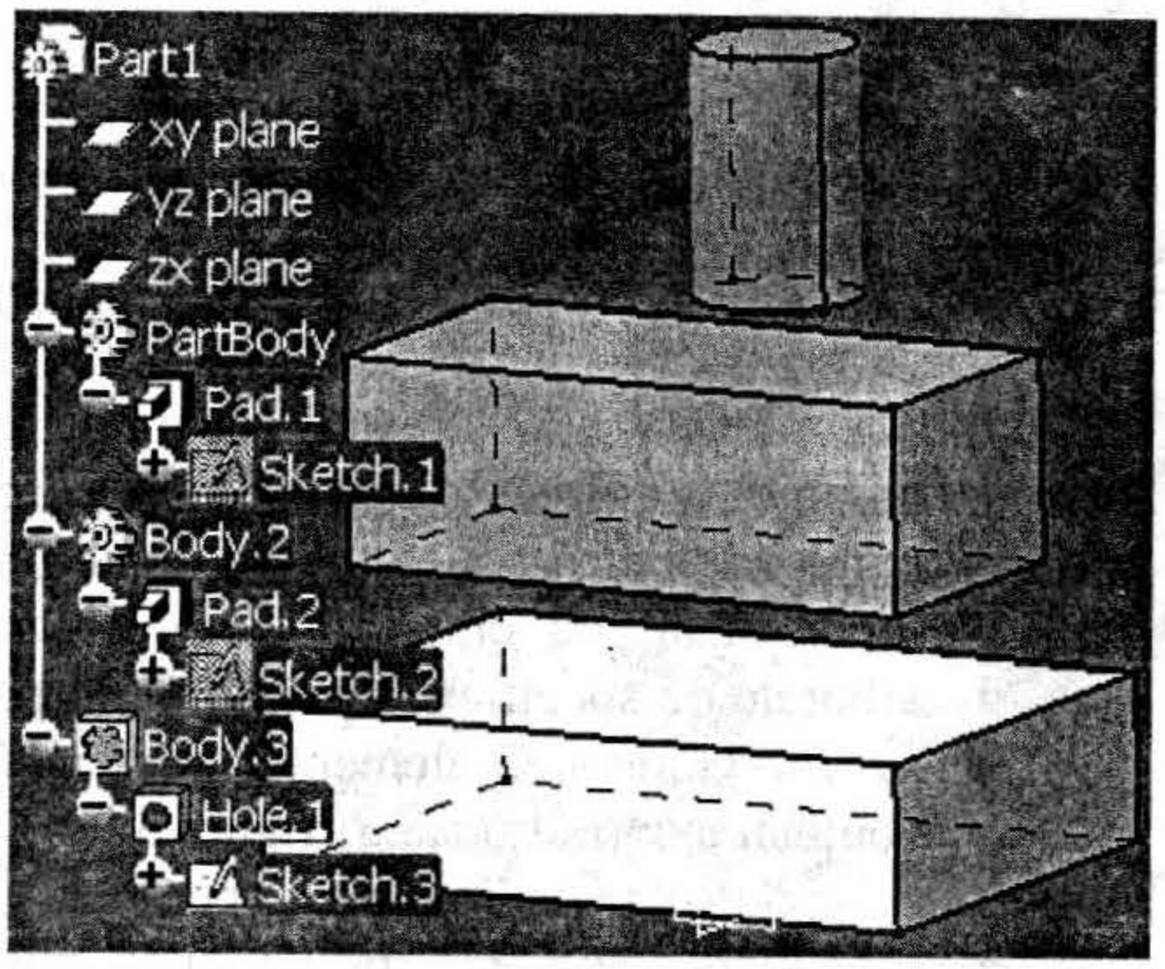


Fig. 3.96. Includerea a trei corpuri în arborele de specificații

Spre exemplificare, se consideră asamblarea a două corpuri paralelipipedice, iar din grupul obținut se va extrage un cilindru. Pentru început se creează un paralelipiped (*Pad.1*), ce are schița (*Sketch.1*) în planul XY, devenind corpul *PartBody* (figura 3.96).

Cu ajutorul meniului [Insert] -> [Body] se adaugă în arborele de specificații un alt corp (*Body.2*), care conține al doilea paralelipiped (*Pad.2*), având schița (*Sketch.2*) situată tot în planul XY. Utilizând compasul, se deplasează al doilea corp într-o poziție oarecare deasupra primului corp.

În mod asemănător, se introduce şi al treilea corp (*Body.3*), care conține o gaură (*Hole.1*), reprezentată sub forma unui cilindru. În figura 3.96 sunt afişate cele trei corpuri care vor forma ansamblul.

Urmează aplicarea operației de asamblare. În prima etapă, se asamblează cele două corpuri paralelipipedice. Astfel, utilizând compasul, se deplasează corpul *Body.2* către corpul *PartBody*, cel puțin până la realizarea contactului. Se apasă pictograma "*Assemble*", iar în fereastra de dialog apărută se selectează succesiv corpul *Body.2* în câmpul "*Assemble*", apoi corpul *PartBody* în câmpul "*After:*".

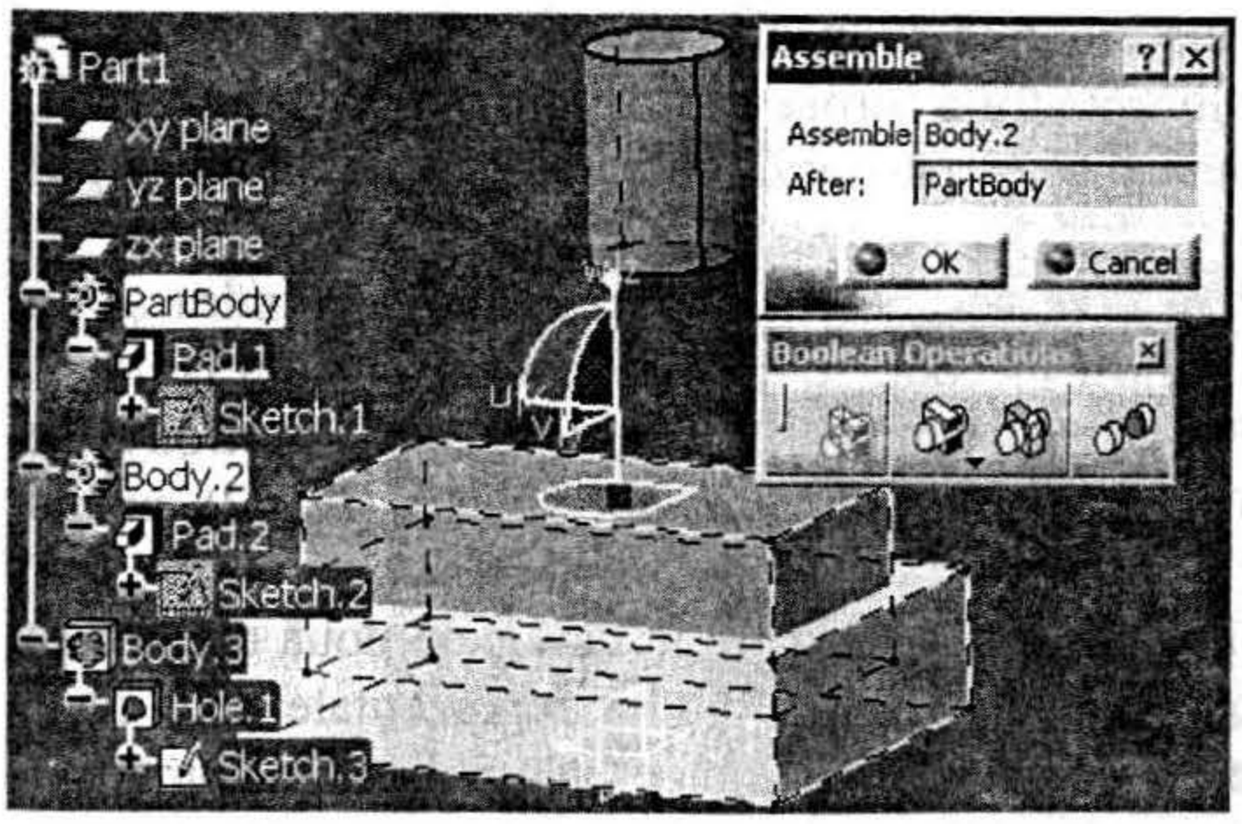


Fig. 3.97. Operația de asamblare a paralelipipedelor

În urma acestei operații, cele două corpuri se vor asambla prin punerea în comun a volumelor de intersecție (figura 3.97), iar în arborele de specificații, în cadrul corpului *PartBody* va apare elementul *Assemble.1* conținând corpul *Body.2*.

În a doua etapă, din ansamblul rezultat se extrage corpul *Body.3*. În fapt, şi această operație este tot una de adăugare, dar al treilea corp fiind de tip gaură (reprezentat în figură ca un cilindru), volumul pus în comun va fi înlăturat.

Prin utilizarea compasului, se deplasează corpul *Body.3* către ansamblu, cel puţin până la realizarea contactului. Se apasă pictograma "*Assemble*", iar în fereastra de dialog apărută se selectează succesiv corpul *Body.3* în câmpul "*Assemble*", apoi ansamblul *Assemble.1* în câmpul "*After:*" (figura 3.98).

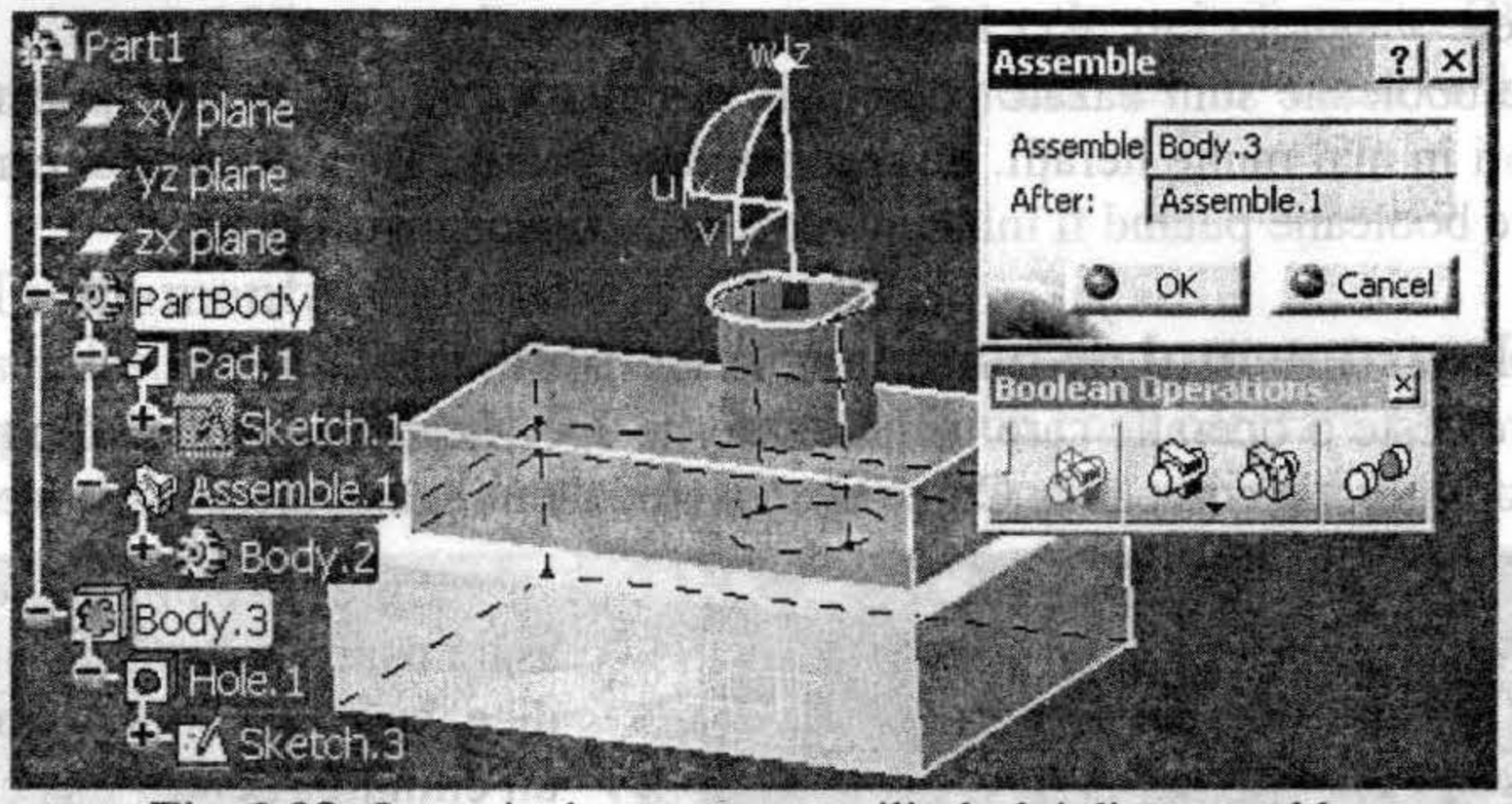


Fig. 3.98. Operaţia de extragere a cilindrului din ansamblu

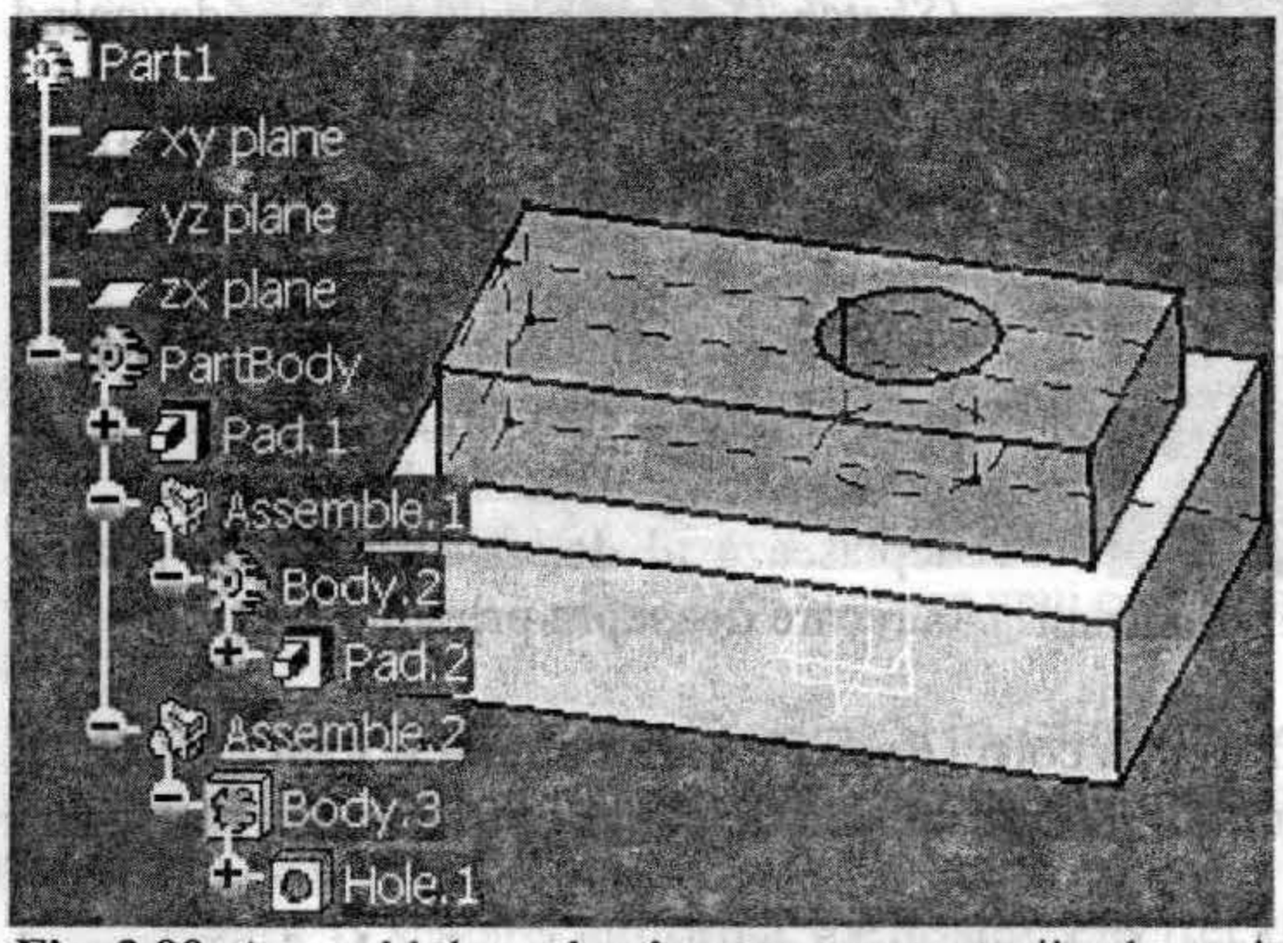


Fig. 3.99. Ansamblul rezultat în urma compunerii celor trei corpuri

În urma acestei operaţii, din ansamblul format de cele două corpuri paralelipipedice s-a extras volumul găurii reprezentate de cilindrul *Body.3*, iar în arborele de specificaţii, în cadrul corpului *PartBody* apare elementul *Assemble.2* conţinând corpul *Body.3* (figura 3.99).

Prin aplicarea operaţiei de asamblare, cele trei corpuri şi-au pus în comun volumele proprii, fiind, practic, înglobate într-un singur corp. Totuşi, datorită structurii arborelui de specificaţii, asupra celor trei corpuri, considerate individual, mai pot fi efectuate modificări, ce se vor regăsi în ansamblu.

3.3.5.2. Instrumentul de modelare Operations

Instrumentul de modelare *Operations* prezintă trei opţiuni de utilizare *(Add, Remove* şi *Intersect*), fiind folosit în combinarea corpurilor din arborele de specificaţii.

Astfel, opţiunea *Add* adaugă un corp la altul pentru a forma unul singur. În urma adăugării, cele două corpuri pun în comun volumul de intersecţie, îşi păstrează culoarea, dar devin un singur corp.

În exemplul următor se prezintă modul în care se unesc două corpuri, un cilindru şi un paralelipiped, pentru a forma un singur obiect. Pentru început, se creează paralelipipedul (*Pad.1*), care are schiţa (*Sketch.1*), devenind corpul *PartBody*. Cu ajutorul meniului [Insert] -> [Body] se adaugă în arborele de specificaţii un nou corp (*Body.2*), format dintr-un cilindru (*Pad.2*), având schiţa (*Sketch.2*).

Utilizând compasul, se deplasează al doilea corp într-o poziţie în care cele două corpuri se intersectează, punând în comun un anumit volum. În figura 3.100 sunt reprezentate cele două corpuri înaintea operaţiei de adăugare. De asemenea, se observă distinct şi volumul pus în comun.

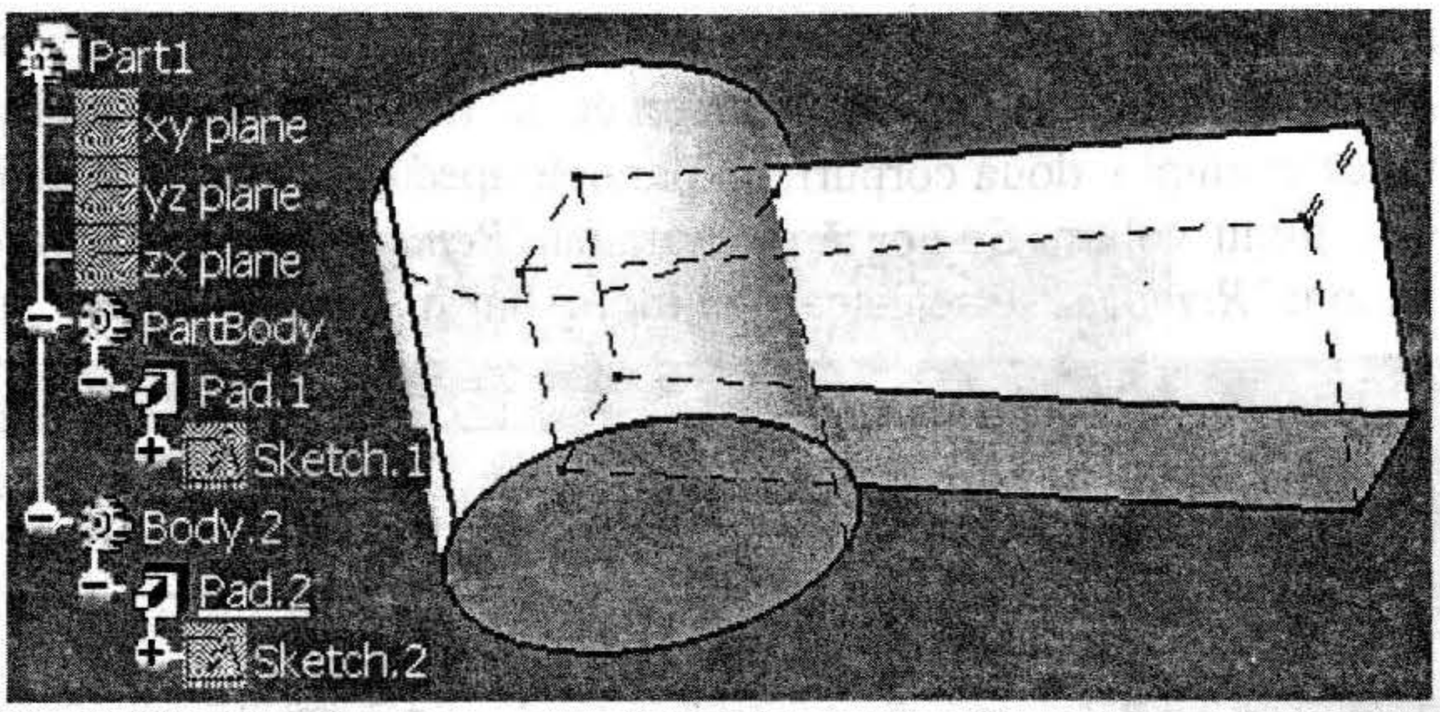


Fig. 3.100. Poziționarea corpurilor prin punerea în comun a unui volum

În continuare, se apasă pictograma "*Add*", iar în fereastra de dialog apărută se selectează succesiv corpul *Body.2* în câmpul "*Add*" şi corpul *PartBody* în câmpul "*After:*". În urma operației, cilindrul este adăugat la corpul de formă paralelipipedică, sub elementul *Add.1* (figura 3.101).

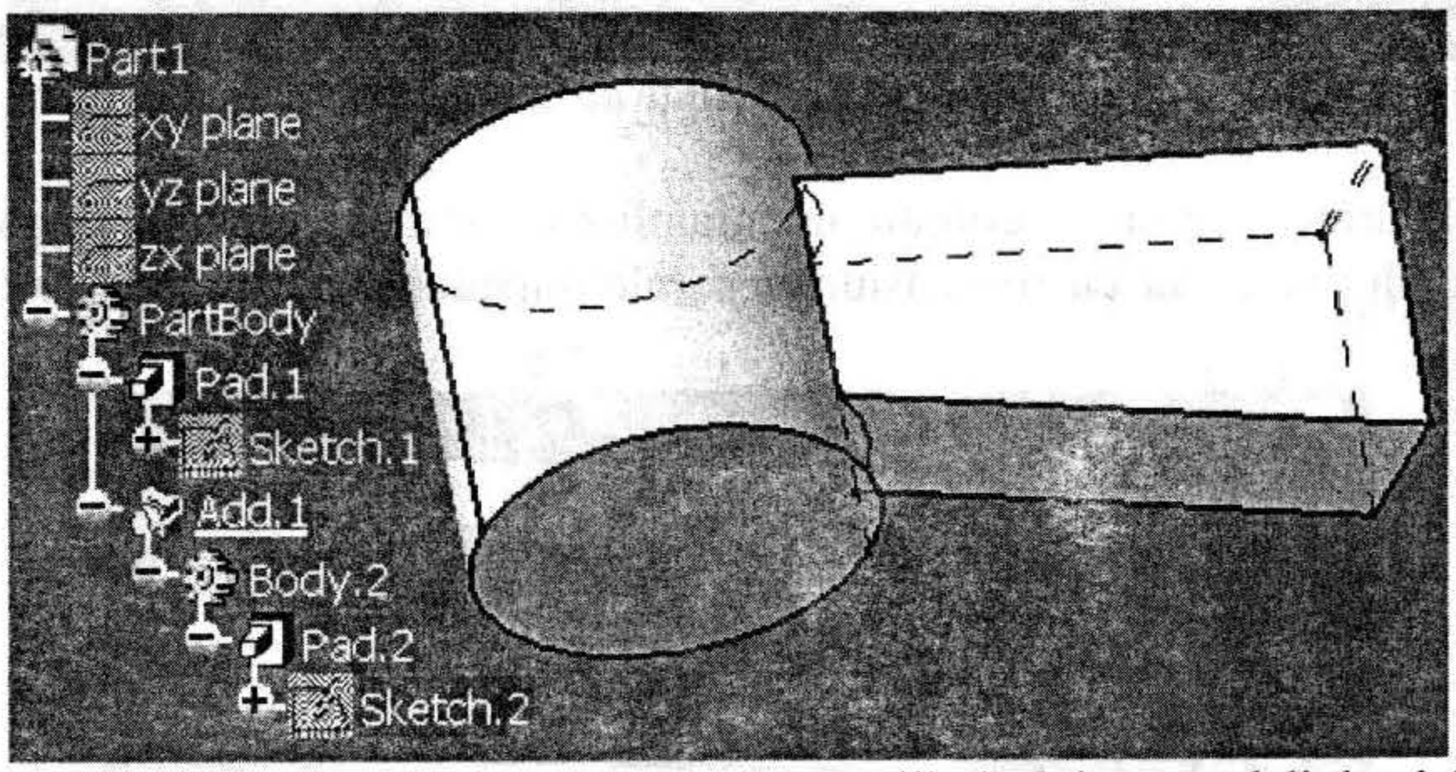


Fig. 3.101. Corpul rezultat din combinarea cilindrului cu paralelipipedul

În cazul în care arborele de specificații conține mai multe corpuri ce trebuie adăugate unui anumit corp, pentru micşorarea timpului de constituire a corpului compus, se selectează toate aceste corpuri (ținând apăsată tasta Ctrl) şi se apasă pictograma "*Add*". În fereastra de dialog apărută (figura 3.102), în câmpul "*Add*" se observă că sunt selectate două corpuri, *Body.2* şi *Body.3* (*2 Bodys*) pentru a fi adăugate celui de-al treilea (*PartBody*).

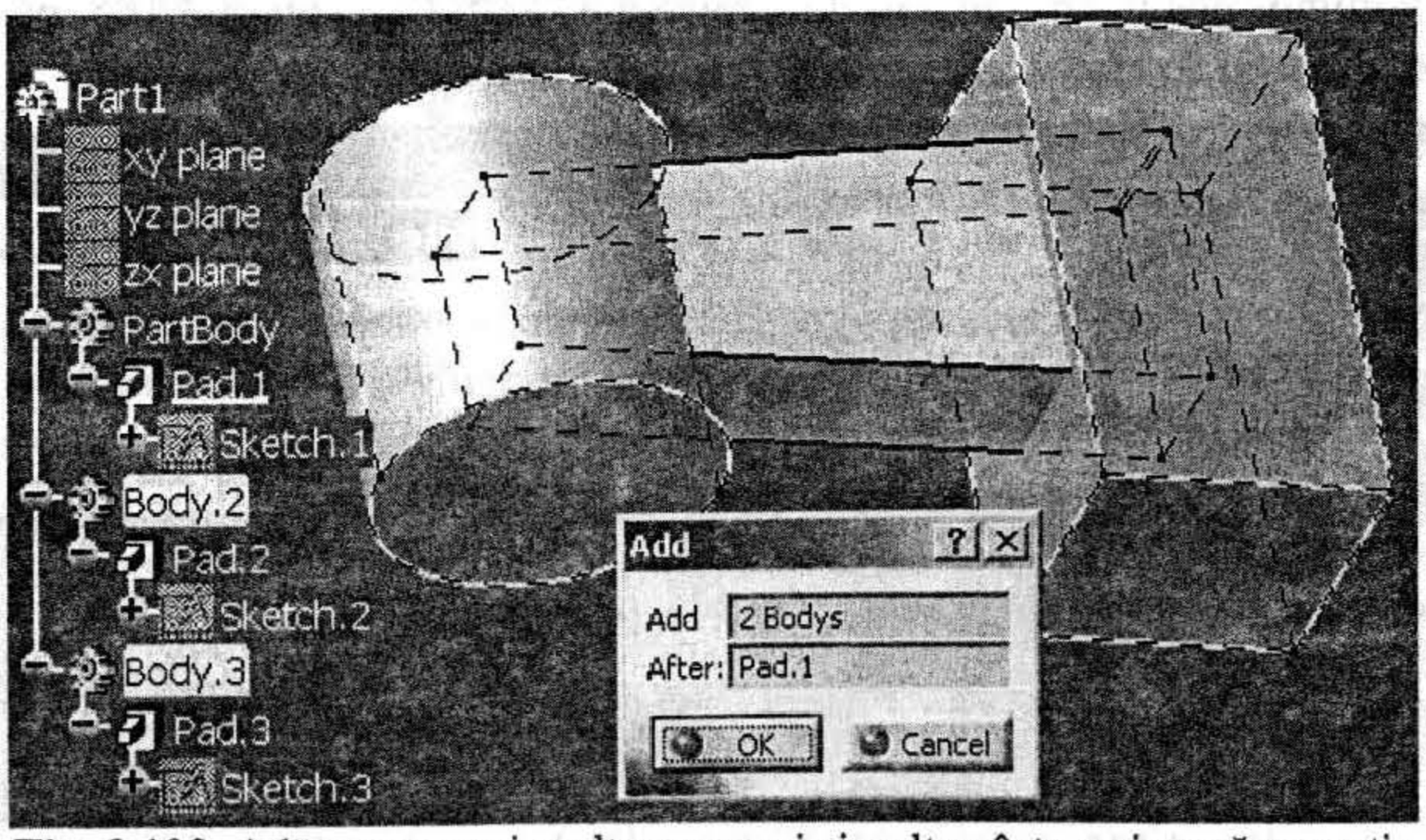


Fig. 3.102. Adăugarea mai multor corpuri simultan într-o singură operație

Instrumentul de modelare *Remove* extrage un corp din altul pentru a forma un singur corp. Astfel, se înlătură dintr-un corp volumul pus în comun cu cel de-al doilea, rezultând o cavitate.

Se consideră, ca exemplu, două corpuri, un paralelipiped (*PartBody*) şi un cilindru (*Body.2*), ce pun în comun un anumit volum. Se apasă pictograma "*Remove*", în fereastra de dialog apărută (figura 3.103), în câmpul "*Remove*" se selectează cilindrul, iar în câmpul "*After:*", paralelipipedul.

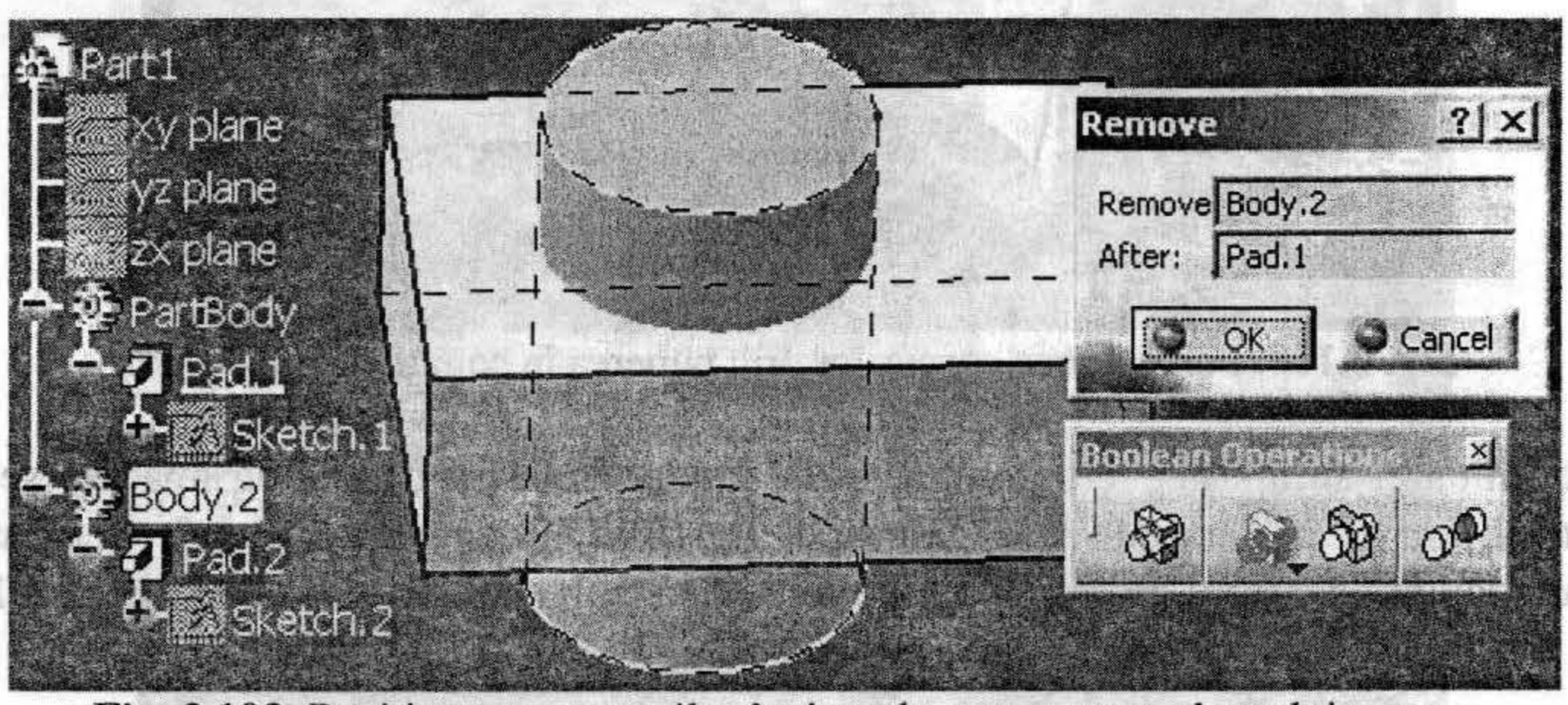


Fig. 3.103. Poziționarea corpurilor înainte de extragerea volumului comun

În urma înlăturării volumului comun, în paralelipiped rămâne o gaură, de rază egală cu cea a cilindrului şi de înălțime egală cu dimensiunea paralelipipedului pe direcția axei corpului extras (figura 3.104).

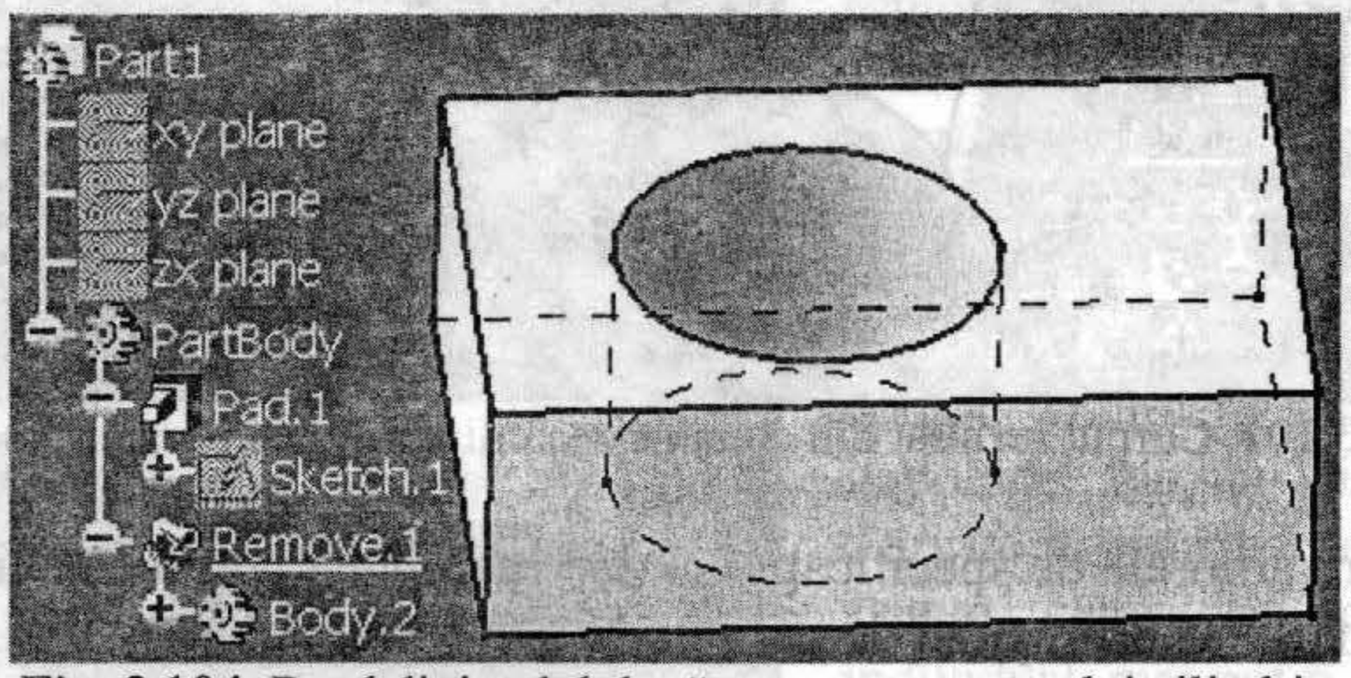


Fig. 3.104. Paralelipipedul după extragerea corpului cilindric

Instrumentul de modelare *Intersect* înlătură corpurile care intră în operația booleană, păstrând numai volumul pus în comun, cel de intersecție. Astfel, în figura 3.105, păstrând corpurile din exemplul precedent, li se aplică instrumentul de modelare *Intersect*.

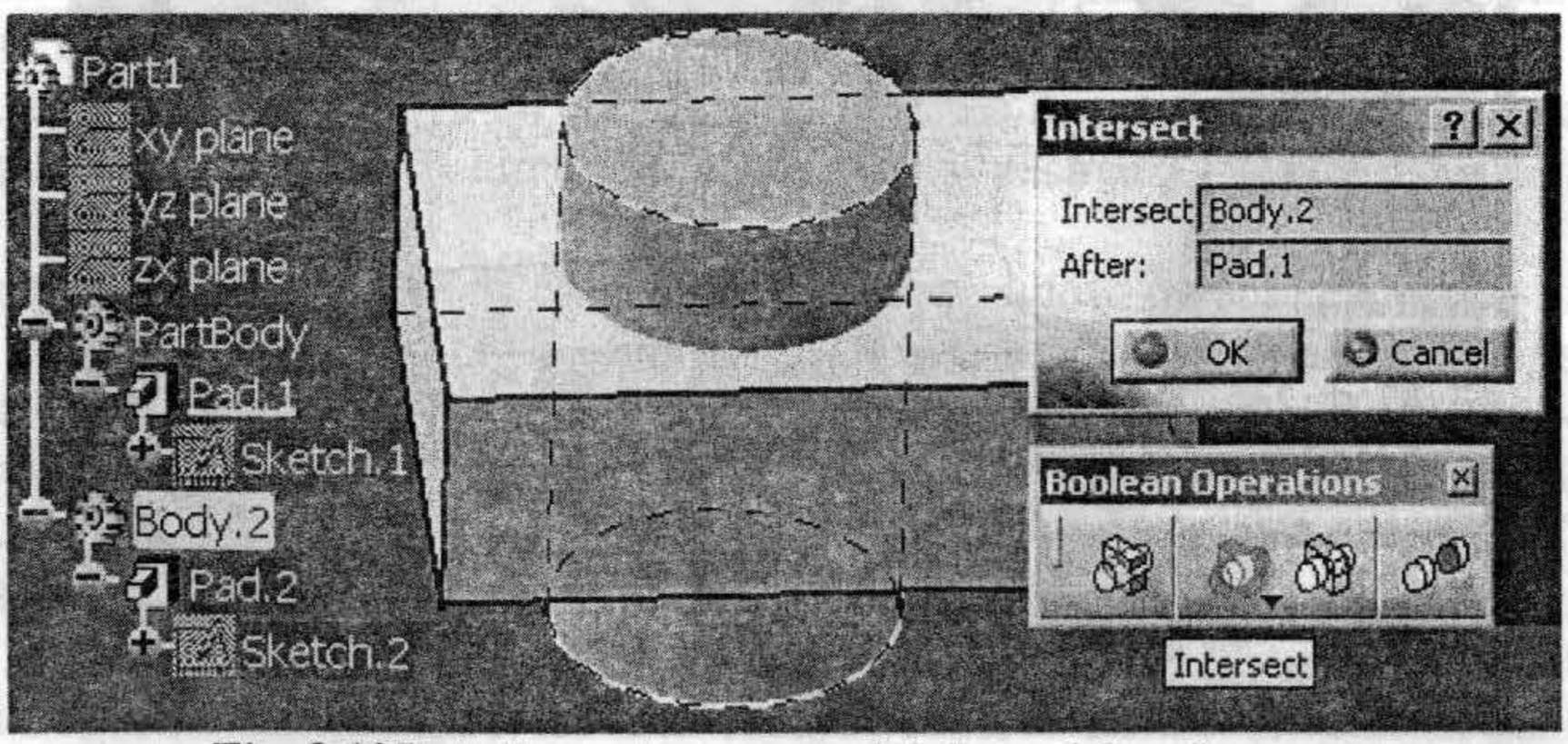


Fig. 3.105. Aplicarea instrumentului de modelare *Intersect*

Dacă, în cazul instrumentului de modelare *Remove*, din paralelipipedul respectiv este extras volumul pus în comun cu cilindrul, în cazul aplicării instrumentului *Intersect*, rezultatul operației este tocmai acest volum comun (figura 3.106).

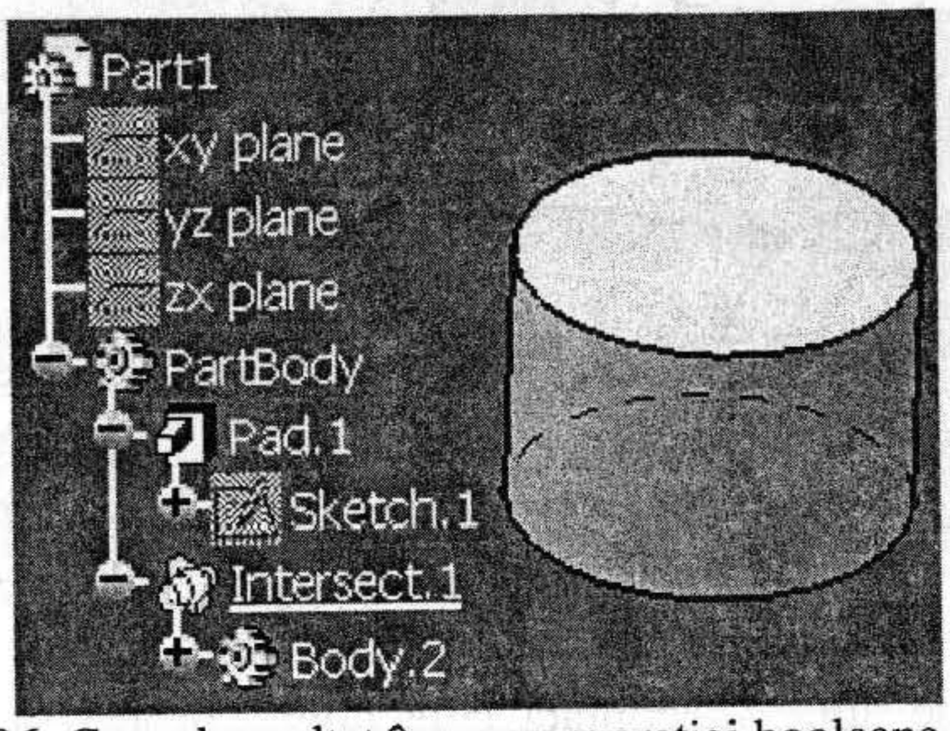


Fig. 3.106. Corpul rezultat în urma operației booleane *Intersect*

Instrumentul de modelare *Union Trim* realizează unirea specială a două corpuri (A şi B), respectând un set de reguli, reprezentate în figura 3.107.

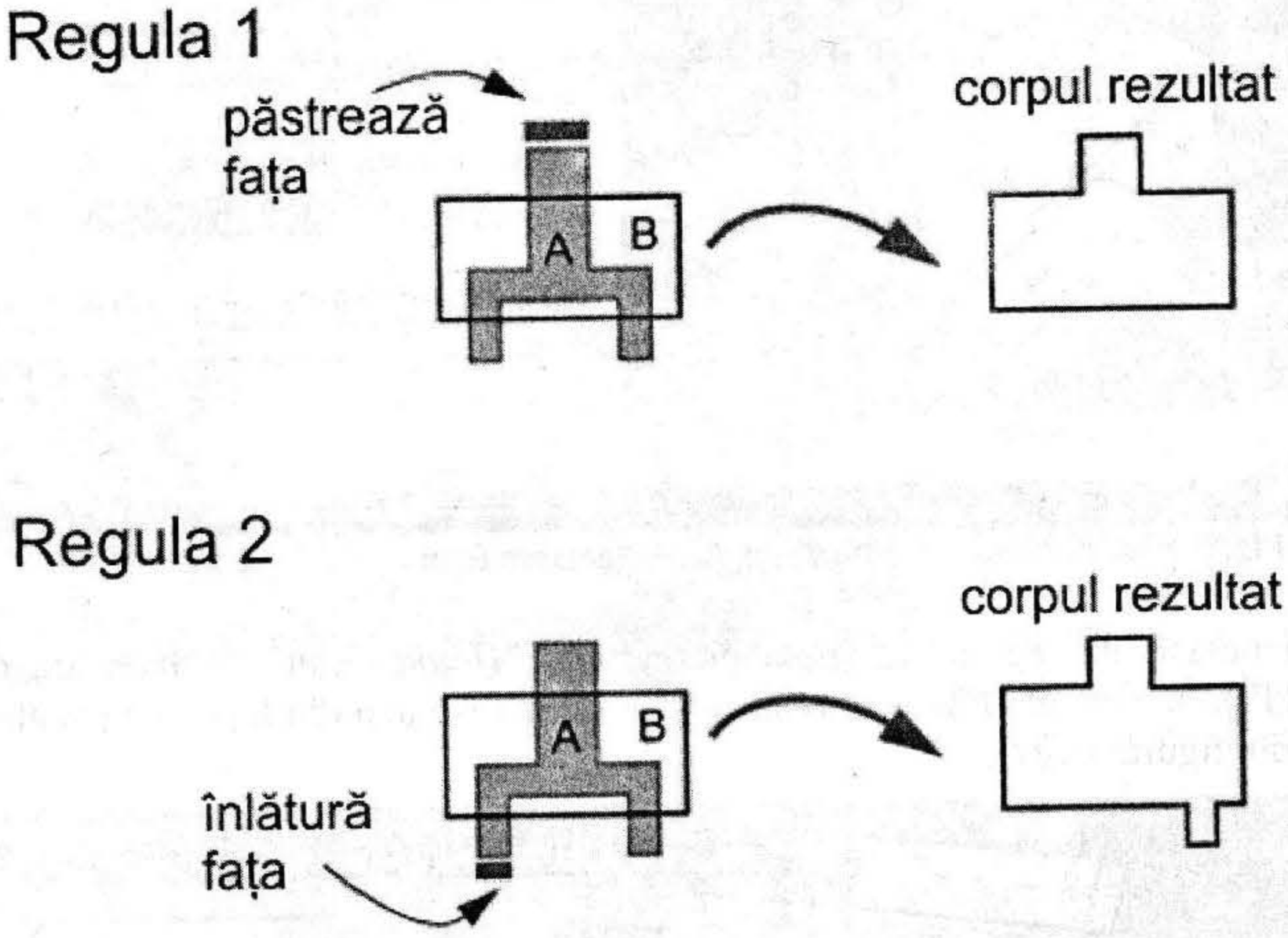


Fig. 3.107. Regulile instrumentului de modelare *Union Trim*

Astfel, conform primei reguli, se alege fața care se doreşte a fi păstrată (pe corpul A), corpul rezultat fiind format din corpul B şi din porțiunea din corpul A aflată între fața selectată şi corpul B.

În a doua regulă se alege fața care va fi înlăturată (pe corpul A), corpul rezultat fiind format din uniunea dintre corpul B şi corpul A, cu excepția porțiunii din corpul A aflată între fața selectată şi corpul B.

Pentru exemplificare, se consideră cele două corpuri desenate în modulul CATIA Part Design, aşa cum rezultă din figura 3.108.

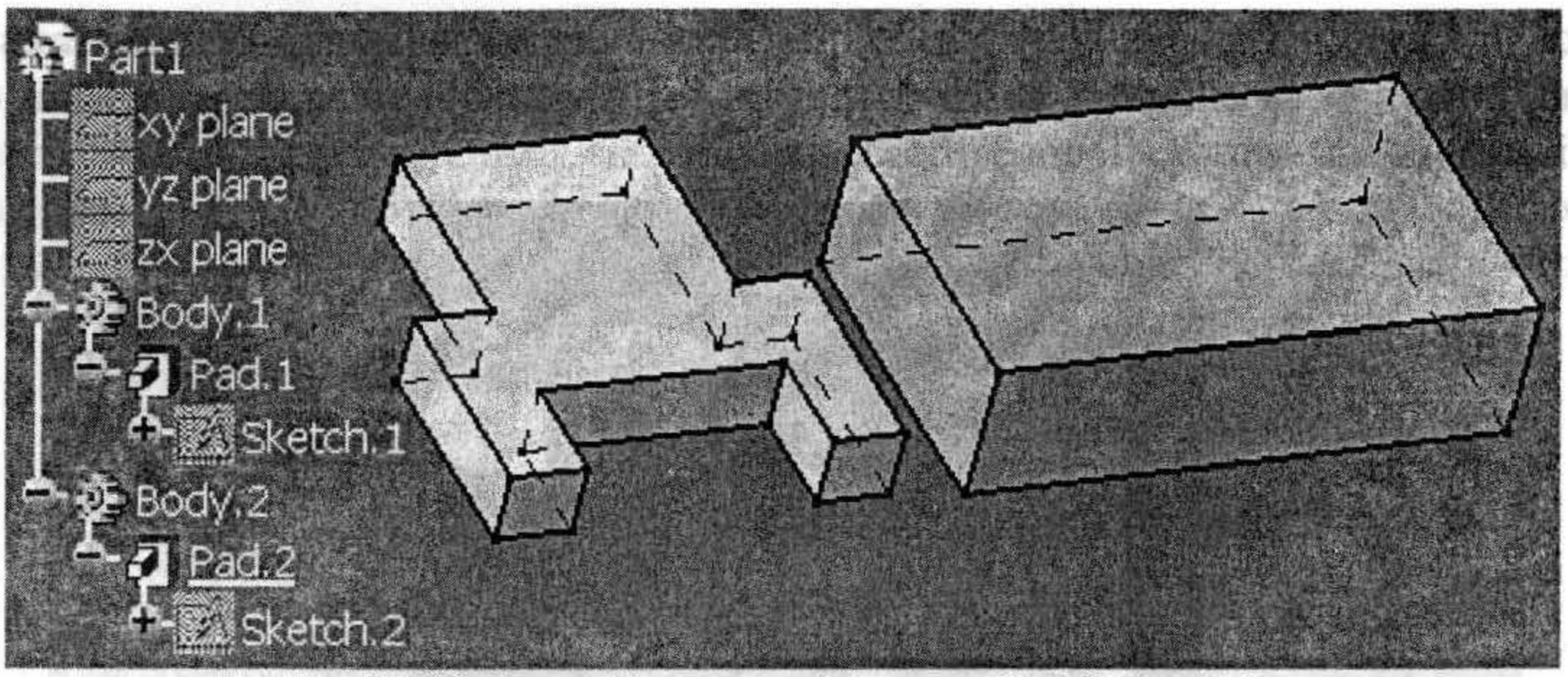


Fig. 3.108. Corpurile asupra cărora se aplică *Union Trim*

Pentru prima regulă, se aduc în contact cele două corpuri utilizând compasul, se apasă pictograma "*Union Trim*", în fereastra de dialog apărută (figura 3.109), în câmpul "*Faces to keep:*" se selectează fața frontală a corpului *Body.1* (corpul A din figura 3.107).

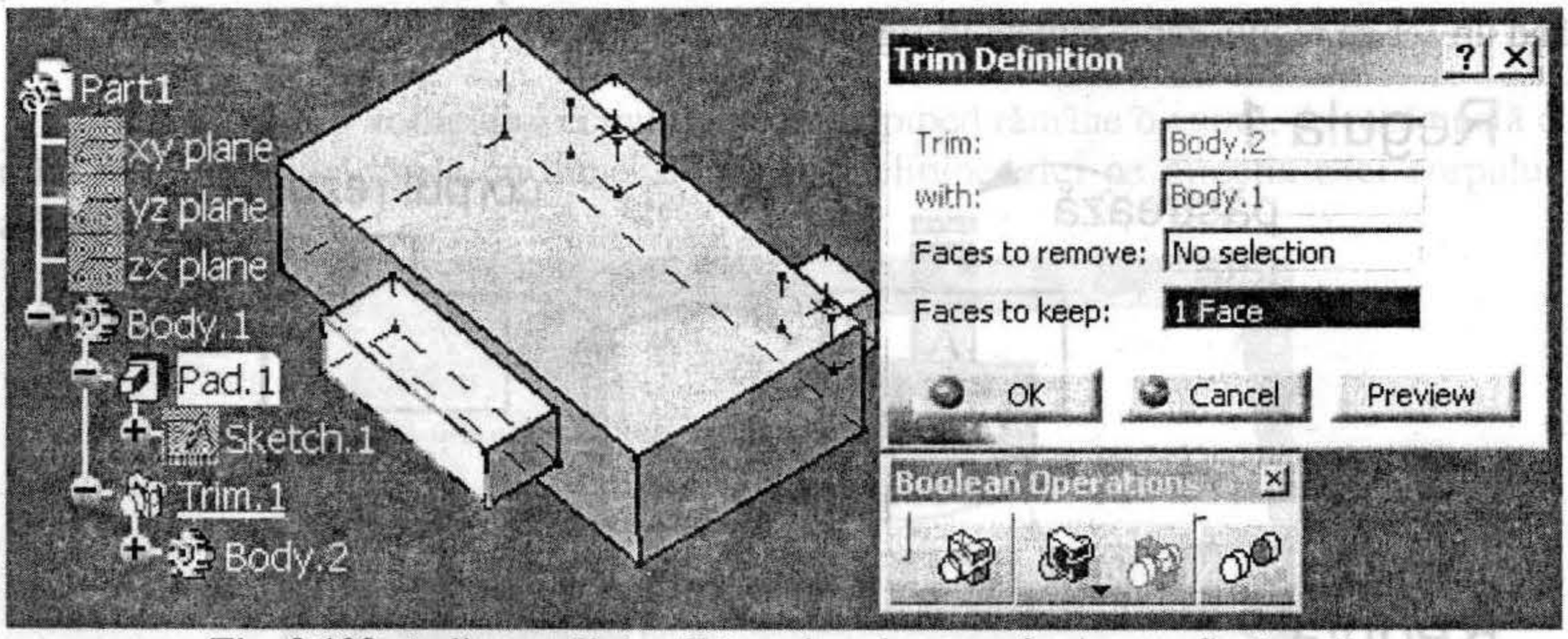


Fig. 3.109. Aplicarea *Union Trim* prin selectarea feței ce va fi păstrată

Pentru cea de-a doua regulă, se apasă pictograma "*Union Trim*", în fereastra de dialog apărută (figura 3.110), în câmpul "*Faces to remove:*" se selectează una din fețele de jos ale corpului *Body.1* (corpul A din figura 3.107).

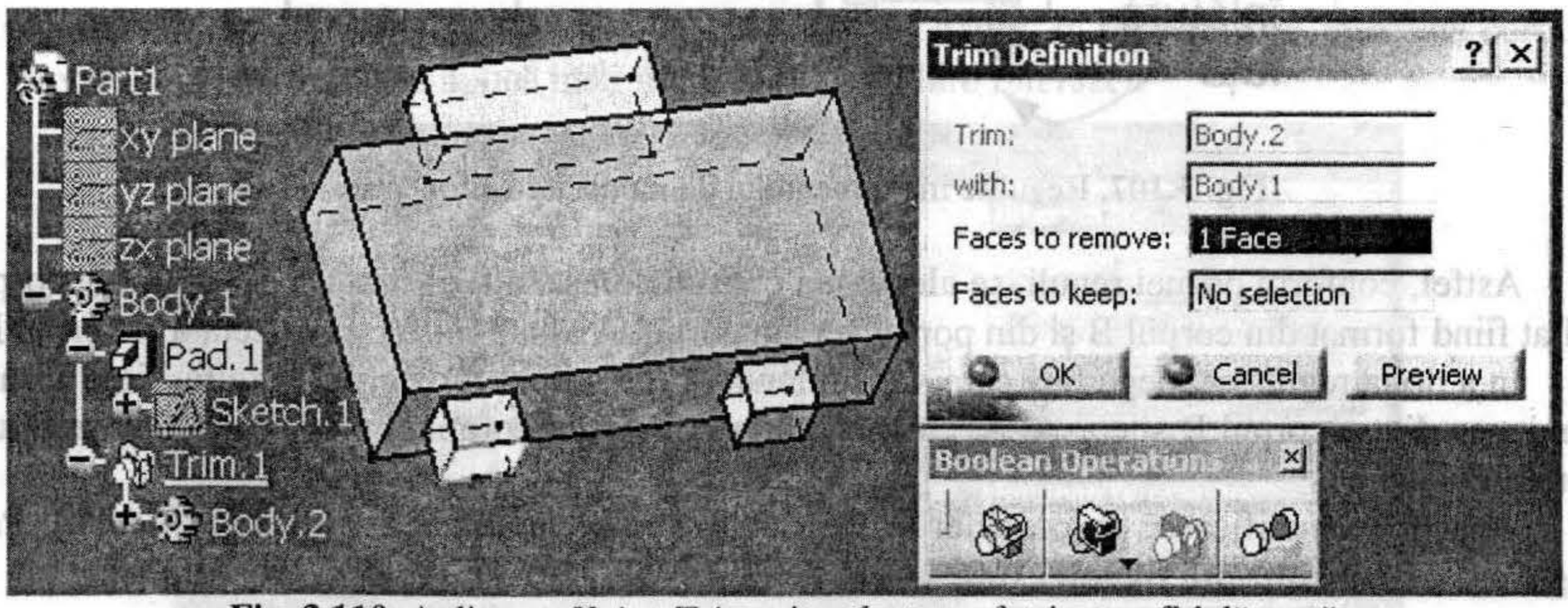


Fig. 3.110. Aplicarea *Union Trim* prin selectarea feței ce va fi înlăturată

În cazul celor două corpuri considerate, rezultatul aplicării instrumentului de modelare *Union Trim*, prin selectarea feței ce va fi păstrată (respectând Regula 1), respectiv, prin selectarea feței ce va fi înlăturată (respectând Regula 2), este prezentat în figura 3.111.

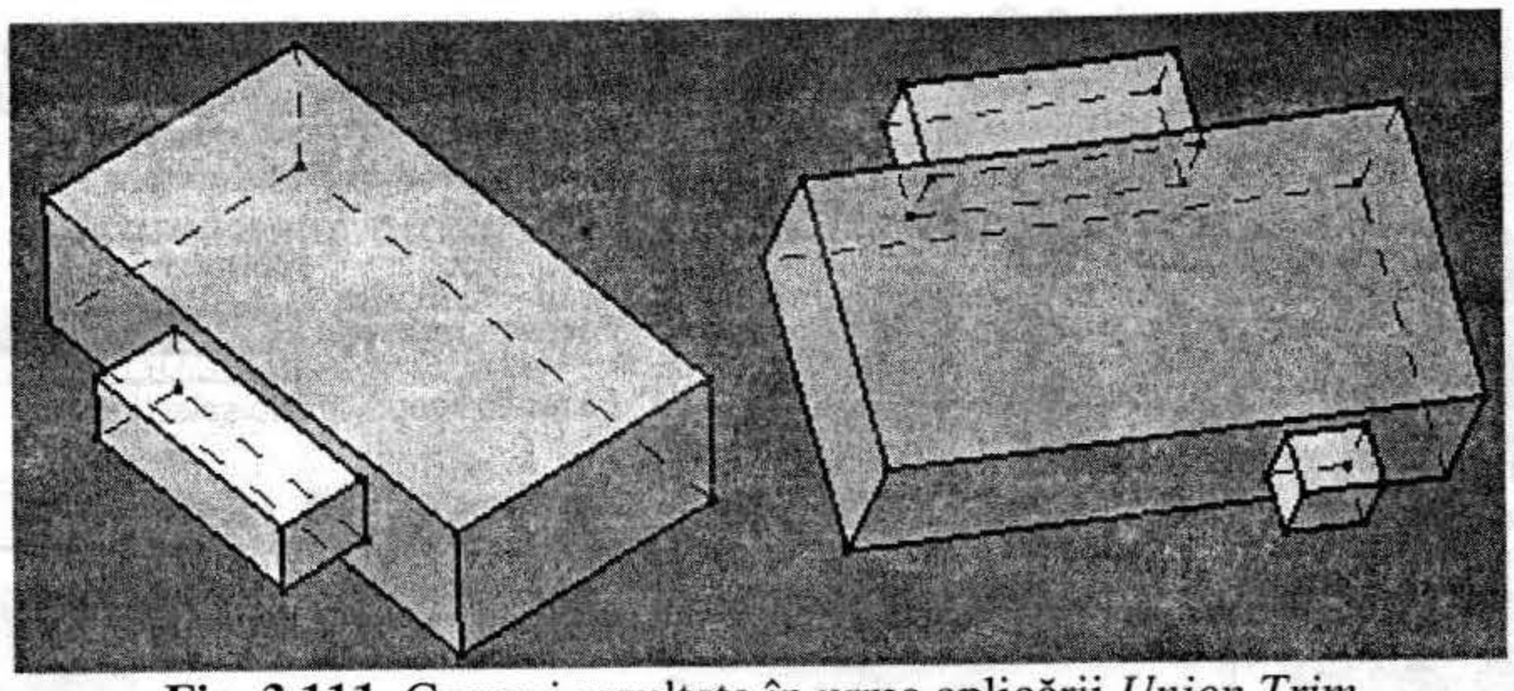


Fig. 3.111. Corpuri rezultate în urma aplicării *Union Trim*

Instrumentul de modelare *Remove Lump* oferă posibilitatea remodelării unui corp prin înlăturare de material.

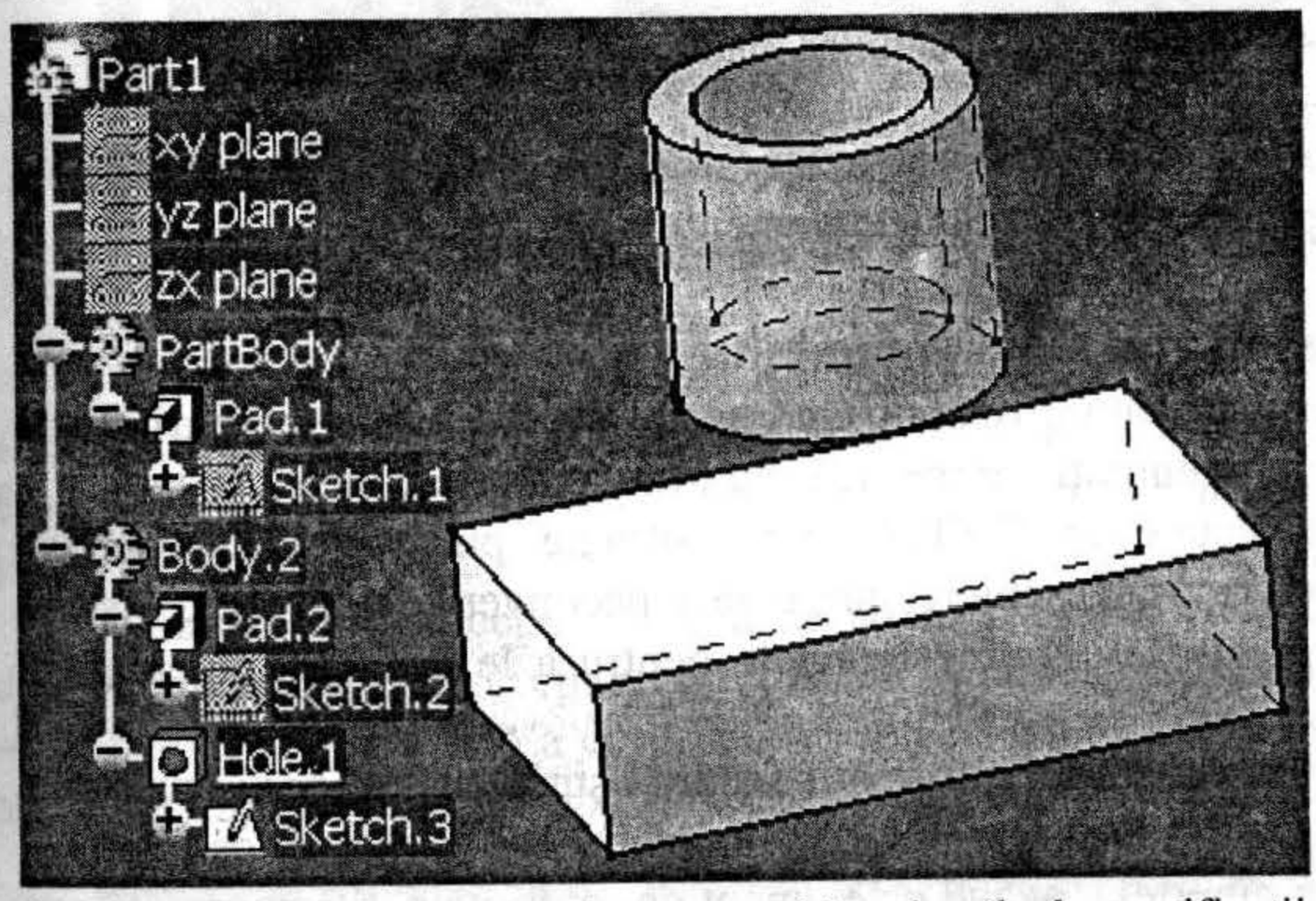


Fig. 3.112. Includerea celor două corpuri în arborele de specificații

Aceasta se realizează specificând fețele care se doresc înlăturate, sau prin specificarea fețelor ce vor fi păstrate. În unele cazuri se specifică, în aceeași operație, atât fețele ce urmează a fi înlăturate, cât și cele care vor fi păstrate.

Ca exemplu, în figura 3.112, se consideră două corpuri, un paralelipiped (*PartBody*) și un cilindru (*Body.2*) în care este executată o gaură (*Hole.1*), pe o anumită adâncime. Cu ajutorul compasului, se deplasează cilindrul pe direcție verticală până intersectează paralelipipedul.

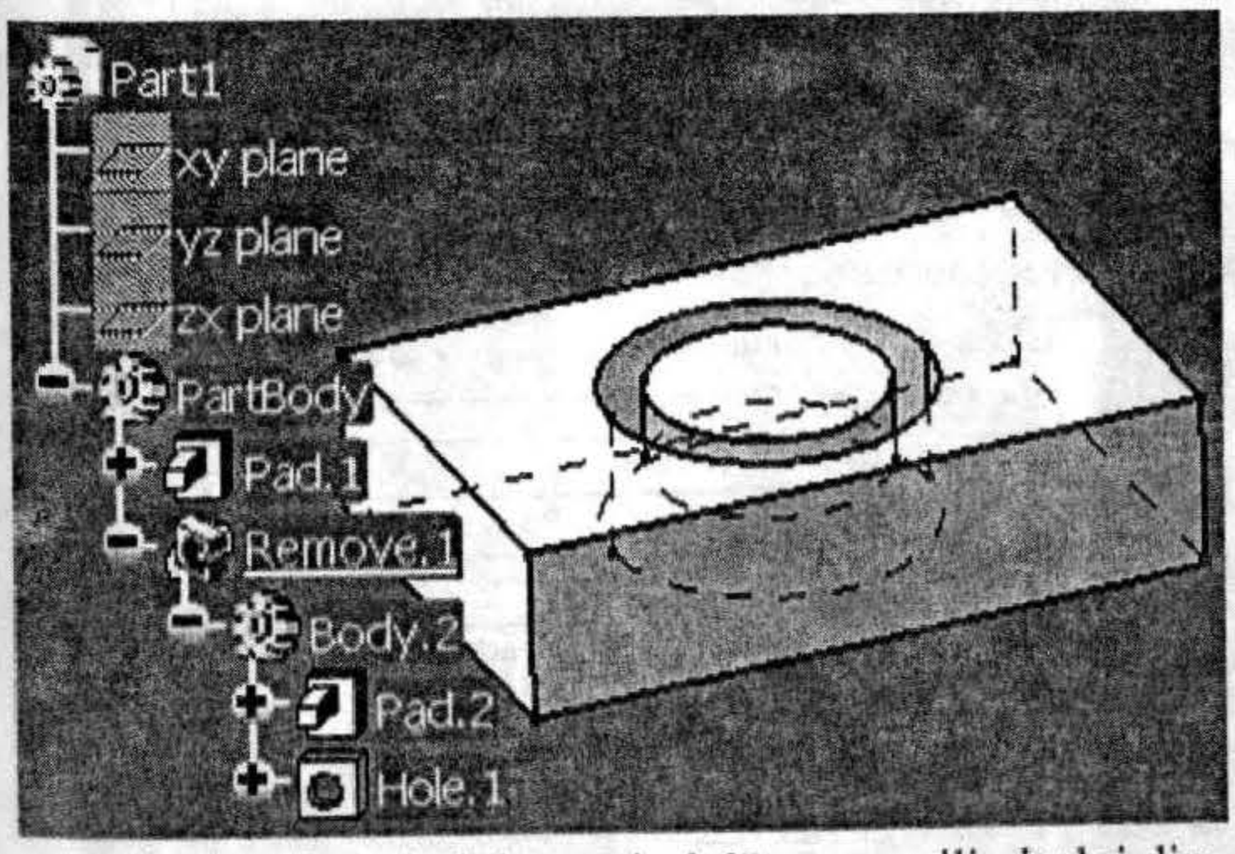


Fig. 3.113. Corpul obținut prin înlăturarea cilindrului din paralelipiped

Utilizând instrumentul de modelare *Remove*, din paralelipiped este extras volumul pus în comun cu cilindrul, dar, datorită faptului că acesta prezintă o gaură, din paralelipiped nu s-a extras interiorul acesteia, iar corpul rezultat conține un volum de material suplimentar, de formă cilindrică, așa cum se observă din figura 3.113.

Dacă este necesară înlăturarea acestui volum de material, fără a se utiliza un corp suplimentar, operația se poate realiza cu ajutorul instrumentului de modelare *Remove Lump*.

Astfel, se apasă pictograma "*Remove Lump*", iar în fereastra de dialog apărută (figura 3.114), în câmpul "*Faces to remove:*" se selectează fața superioară a corpului reprezentat de volumul de material rămas în urma aplicării instrumentului de modelare *Remove*.

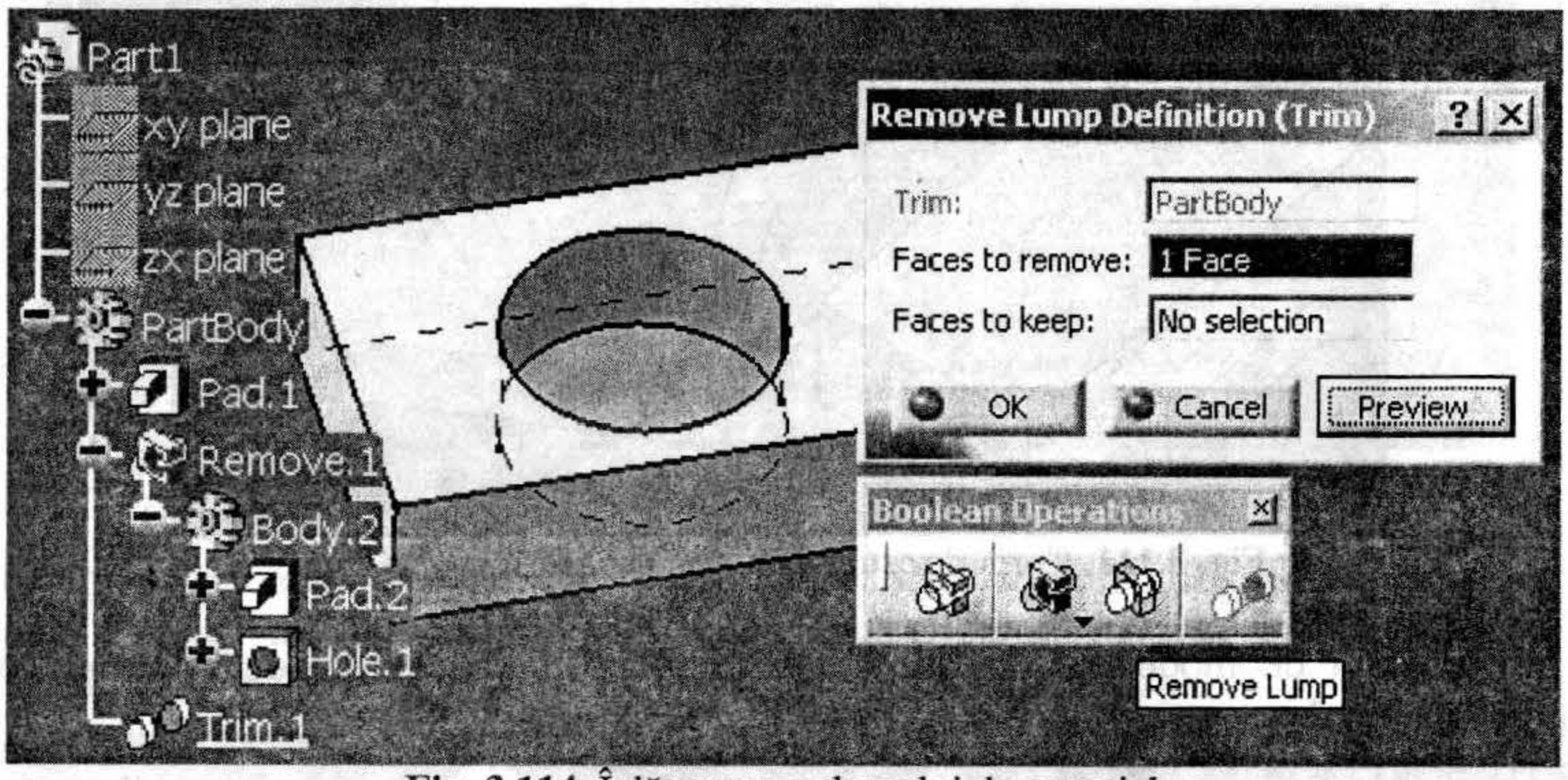


Fig. 3.114. Înlăturarea volumului de material

În urma aplicării *Remove Lump*, a fost finalizată extragerea completă din paralelipiped a cilindrului *Body.2*, iar în arborele de specificații s-a adăugat elementul *Trim.1*.

3.4. Elemente de control şi măsură ale corpurilor

Programul CATIA permite efectuarea unor operații de control a suprafețelor corpurilor, de măsurare a distanțelor şi a unghiurilor între entități geometrice sau între anumite puncte.

În unele cazuri, corpurile proiectate în CATIA sunt obținute prin diferite procedee tehnologice (turnare, matrițare, prelucrări prin aşchiere, prelucrări neconvenționale etc.). Astfel, semifabricatele obținute prin turnare prezintă suprafețe înclinate pentru a le uşura extragerea din forme.

Instrumentul de analiză *Draft Analysis* oferă informații asupra uşurinței extragerii unui corp din matrița sa asociată. Prezentat anterior, instrumentul de modelare *Draft* este folosit pentru modificarea orientării (înclinarea) unor suprafețe, având ca element de referință o altă suprafață sau un plan.

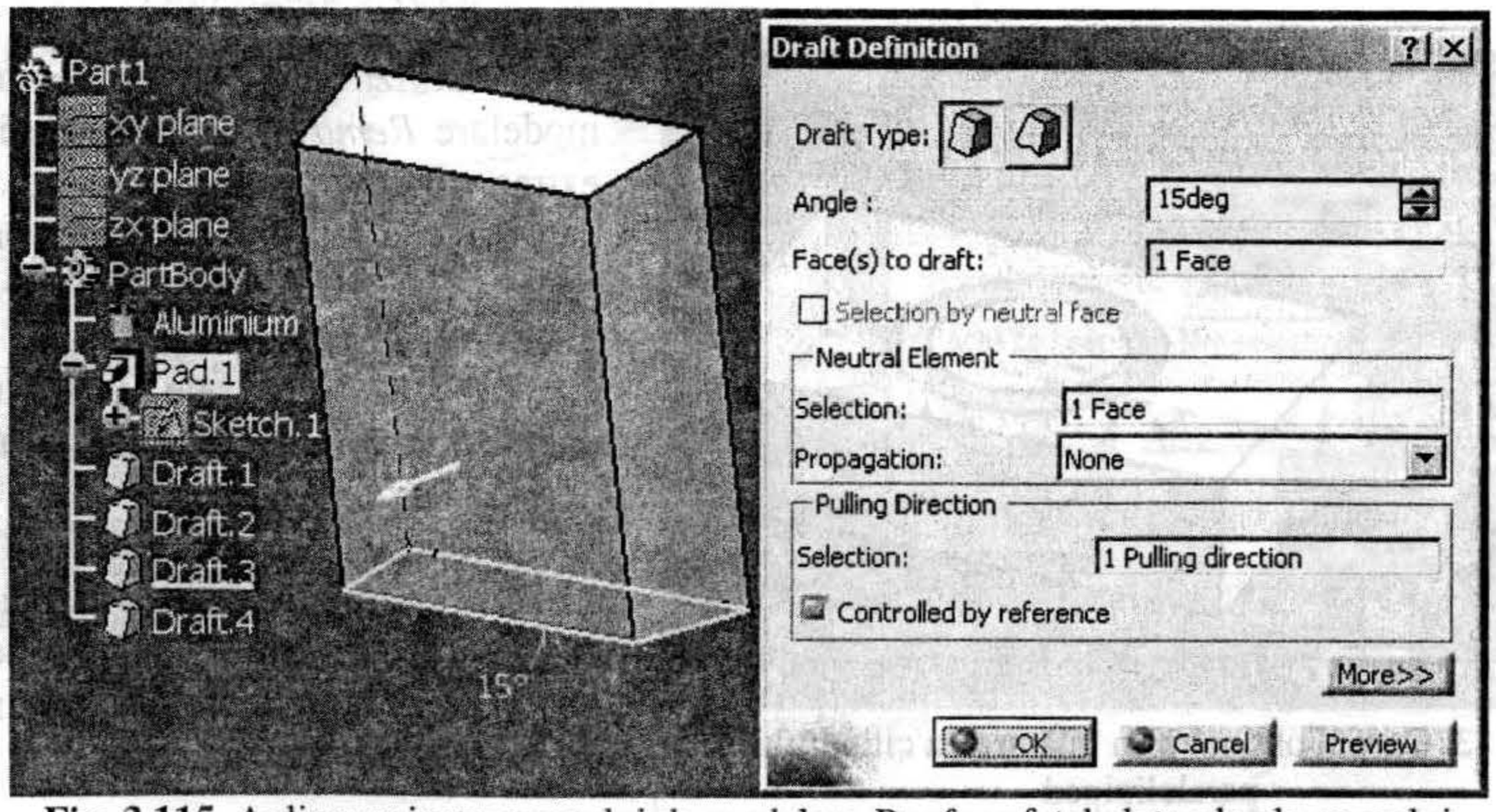


Fig. 3.115. Aplicarea instrumentului de modelare *Draft* pe fețele laterale ale corpului

Acest tip de analiză se efectuează folosind o gamă de culori pentru identificarea zonelor critice pe corpul analizat.

Ca exemplu de utilizare, se consideră un corp paralelipipedic, se selectează una câte una fețele sale laterale şi se apasă pictograma "*Draft Angle*", afişându-se fereastra de dialog "*Draft Definition*". Pentru câmpul "*Selection:*" se alege fața superioară a paralelipipedului, iar în câmpul "*Angle:*" se stabileşte valoarea unghiului de înclinare, la 15^0 (figura 3.115).

Pentru a rula instrumentul de analiză *Draft Analysis* este necesar ca modul de vizualizare să fie *Shading with Edges*, iar valoarea de discretizare (meniul [Tools] -> [Options] -> [General] -> [Display], secțiunea *Performances*, zona *3D Accuracy*) să fie *Fixed*: 0.01 (figura 3.116).

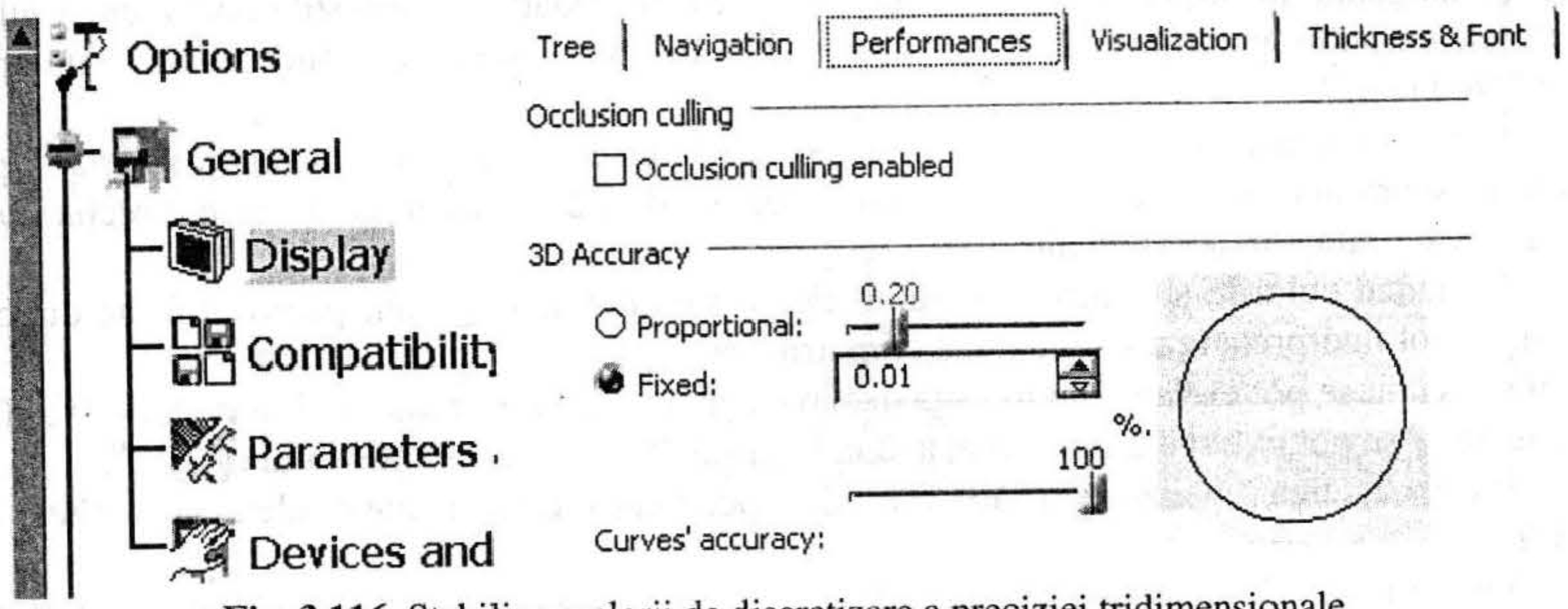


Fig. 3.116. Stabilirea valorii de discretizare a preciziei tridimensionale

Se apasă pictograma "*Apply Material*" pentru a deschide biblioteca de materiale din care se alege *Aluminium* şi se aplică pe suprafața corpului. De asemenea, în meniul [View] -> [Render Style] -> [Customize View] se bifează opțiunea "*Material*" pentru a putea afişa rezultatele analizei pe corpul selectat.

Înainte de a începe operația de analiză, este necesară stabilirea cu ajutorul compasului a direcției de extragere a corpului din matrița în care a fost obținut. Astfel, se deplasează compasul şi se poziționează pe o față a corpului. Se selectează fața pe care se doreşte efectuarea analizei şi se apasă pictograma "*Draft Analysis*", afişându-se fereastra de dialog cu acelaşi nume (figura 3.117).

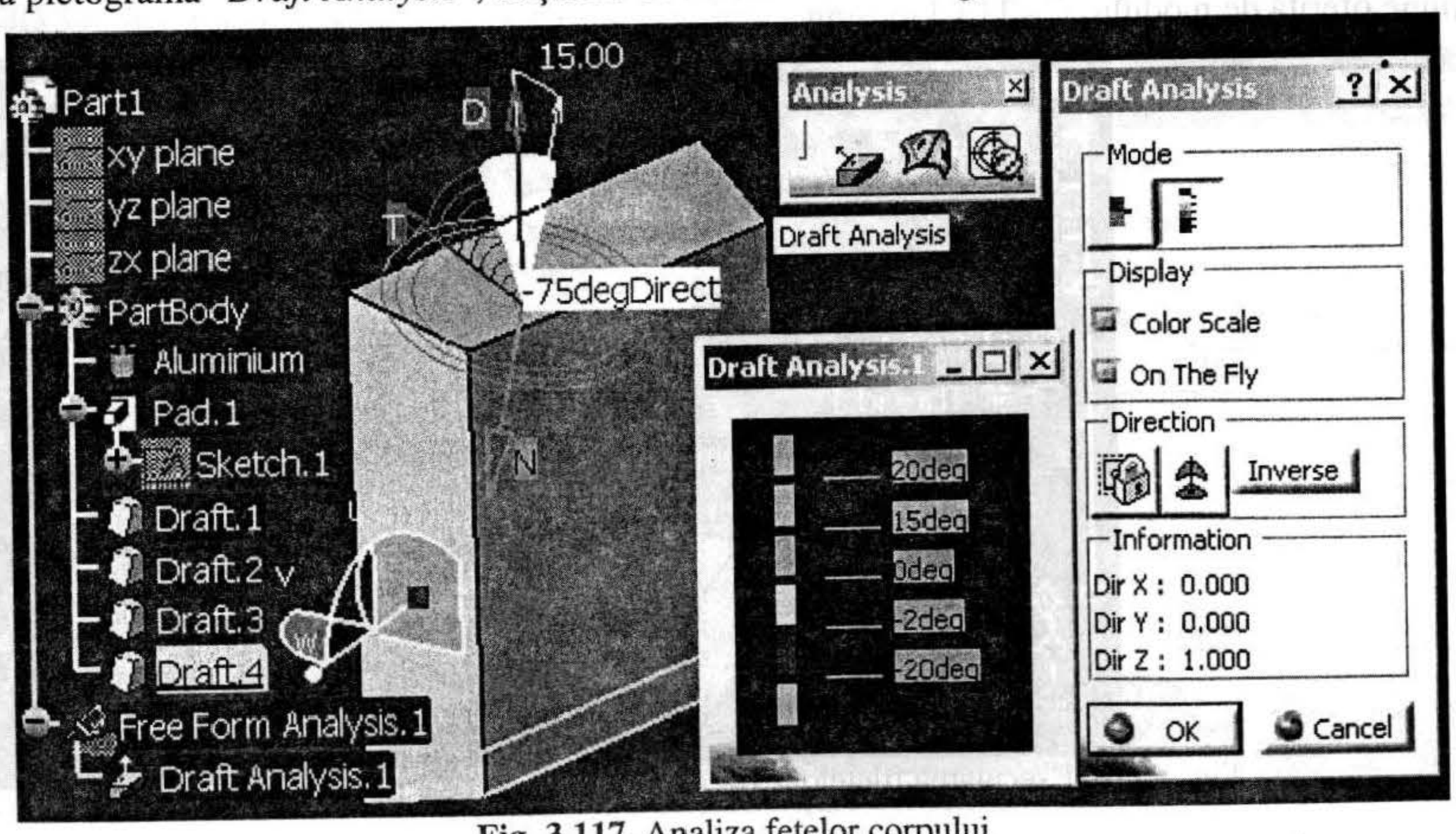


Fig. 3.117. Analiza fețelor corpului

Fereastra de dialog "*Draft Analysis*" afişează gama de culori (*Quick analysis mode* sau *Full analysis mode*) şi direcţia pe care s-a aplicat instrumentul de modelare *Draft*.

Fereastra de dialog "*Draft Analysis.1*" afişează, de asemenea, o paletă de culori şi identifică valorile maximă şi minimă ale analizei (cuprinse între -20^0 şi 20^0). Culorile prezente în această paletă de culori pot fi modificate executând dublu click pe culoarea respectivă.

În fereastra de dialog "*Draft Analysis*" se bifează opţiunea "*On the fly*" şi se poziţionează cursorul pe suprafaţa care se doreşte a fi analizată local.

În figura 3.117 sunt indicate şi trei săgeţi, care reprezintă normala la suprafaţă într-un anumit punct (N – săgeata verde), direcţia de aplicare a instrumentului de modelare *Draft* (D – săgeata roşie) şi tangenta la suprafaţă (T – săgeata albastră). Odată cu repoziţionarea cursorului pe suprafeţele corpului, poziţiile şi direcţiile acestor săgeţi se vor modifica în timp real datorită opţiunii active "*On the fly*".

În plus, cercurile afişate în jurul punctului de intersecţie al celor trei săgeţi se află în planul tangent la suprafaţă în punctul respectiv, iar valoarea afişată indică unghiul între direcţia *Draft* şi tangenta la suprafaţă în acelaşi punct.

Utilizând culorile şi seturile de valori de pe suprafeţele corpului, pentru diferite direcţii de analiză, se pot interpreta rezultatele după cum urmează:

- zonele roşii nu se pot extrage din matriţă deoarece au unghiul *Draft* aflat în intervalul $-90^0 \ldots 0^0$;
- zonele verzi se pot extrage din matriţă, având unghiul *Draft* situat în intervalul $0^0 \ldots 90^0$.

La încheierea analizei, în arborele de specificaţii este adăugat elementul *Free Form Analysis.1*.

Instrumentul de analiză *Tap-Thread Analysis* oferă informaţii privind filetele interioare şi exterioare executate pe suprafeţele unui corp. Prezentat anterior, instrumentul de modelare *Thread/Tap* creează filete interioare sau exterioare, în funcţie de suprafaţa cilindrică sau conică pe care se aplică.

Pentru exemplificarea modului de utilizare a acestui instrument, se consideră un paralelipiped şi un cilindru. În paralelipiped (*Body.2*) se execută o gaură (*Hole.1*) filetată M39, pe adâncime de 20 mm, iar pe suprafaţa exterioară a cilindrului (*PartBody*) se execută un filet M80, pe adâncime de 50 mm (*Thread.1*).

Se observă că, implicit, filetele executate la cele două corpuri nu apar în vizualizarea tridimensională din modulul CATIA Part Design (figura 3.118), ci numai într-o reprezentare în secţiune oferită de modulul CATIA Drafting.

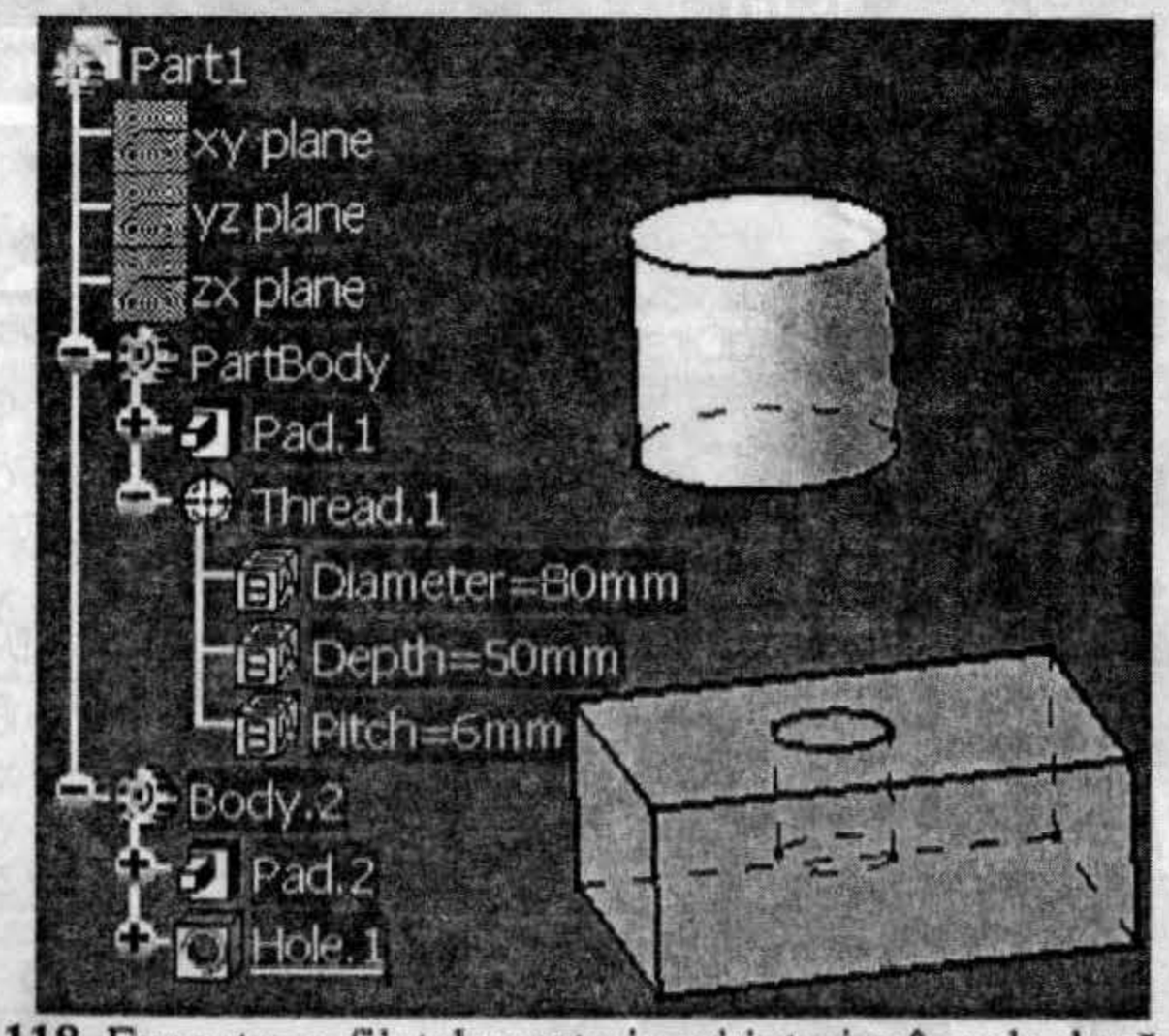


Fig. 3.118. Executarea filetelor exterior şi interior în cele două corpuri

Se apasă pictograma "*Tap-Thread Analysis*", afişându-se fereastra de dialog "*Thread/Tap Analysis*" (figura 3.119). În aceasta sunt bifate implicit cele două opţiuni, "*Show symbolic geometry*" şi "*Show numerical value*".

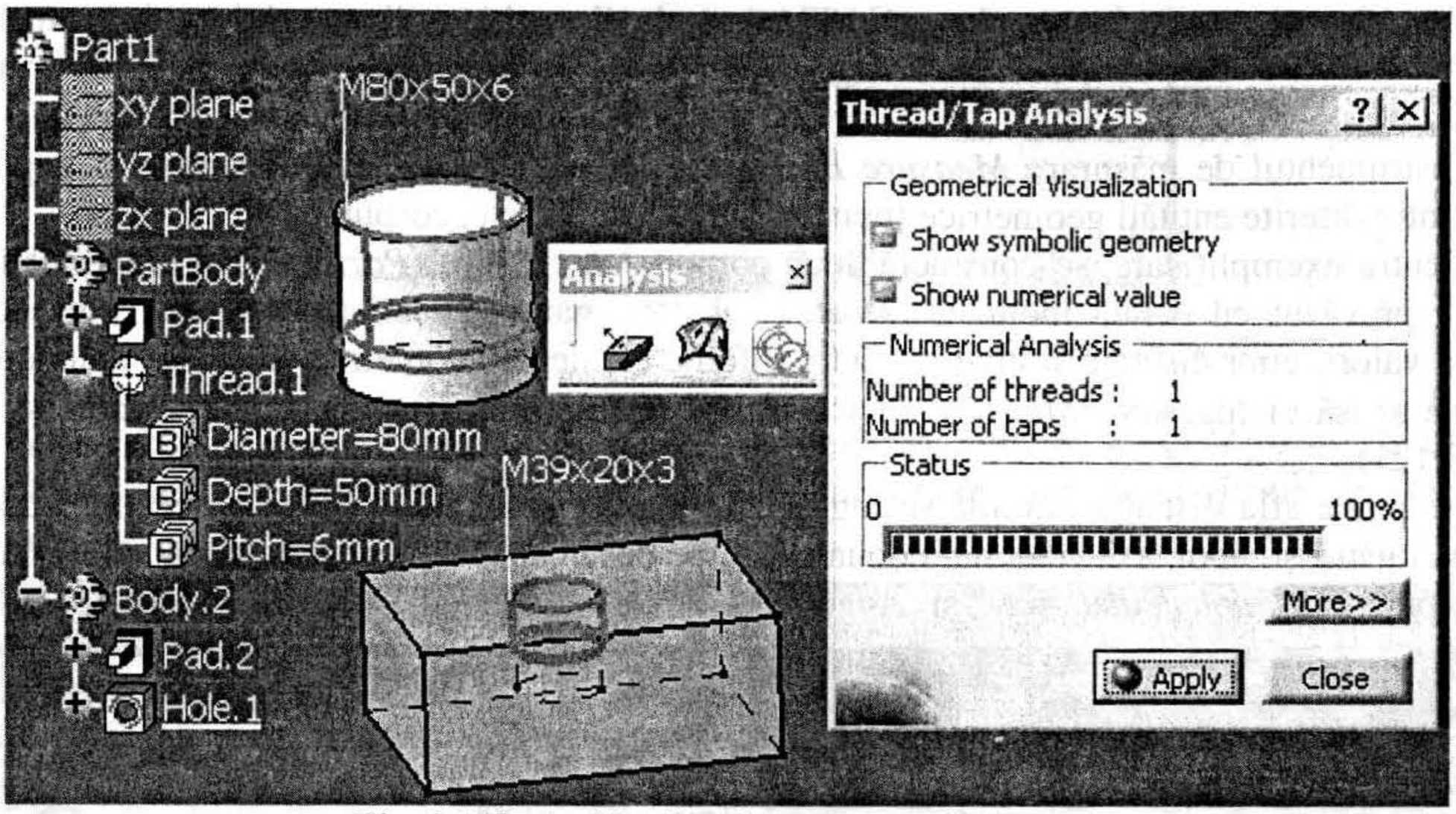


Fig. 3.119. Analiza filetelor executate în corpuri

Cele două opţiuni au următoarea semnificaţie:

- "*Show symbolic geometry*" afişează schematic reprezentările filetelor interioare şi exterioare în vizualizarea tridimensională din modulul CATIA Part Design;

- "*Show numerical value*" afişează cele trei valori care definesc filetele: diametrul x adâncimea de filetare x pasul filetului.

Fereastra de dialog "*Thread/Tap Analysis*" oferă informaţii şi despre numărul de filete exterioare (*Number of threads*) şi interioare (*Number of taps*). Apăsând butonul [More>>] se deschide secţiunea filtrelor de afişare a filetelor. Astfel, utilizatorul poate opta numai pentru afişarea filetelor exterioare sau numai pentru cele interioare. De asemenea, se pot afişa numai filetele cu o anumită valoare a diametrului (figura 3.120).

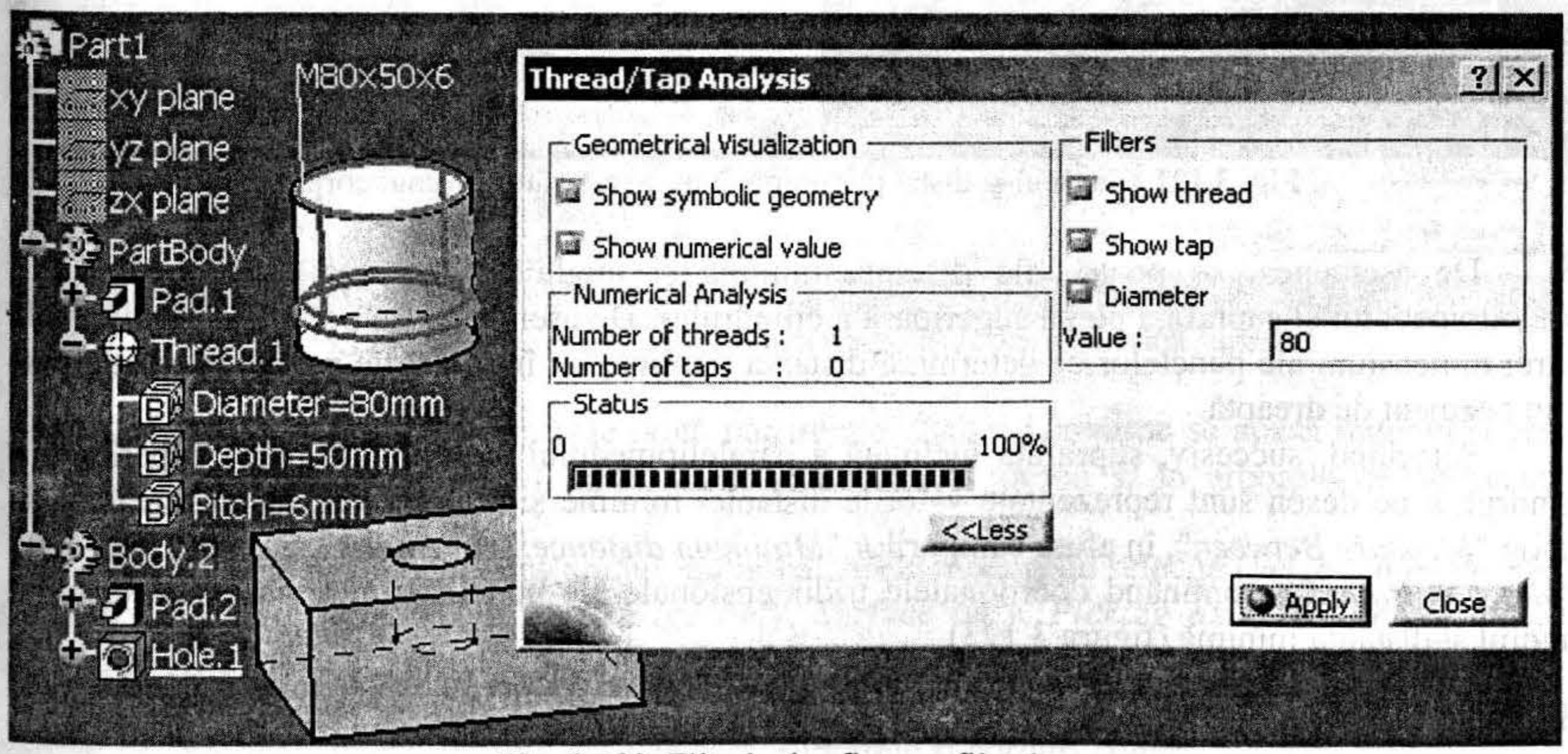


Fig. 3.120. Filtrele de afişare a filetelor

Filtrele de afişare sunt foarte utile la reprezentări ale unor piese sau ansambluri complexe ce prezintă numeroase suprafeţe filetate.

Pentru a elimina calculele de distanţă, suprafaţă, volum sau greutate ale unui corp, simplificând lucrul cu piesele complexe, CATIA pune la dispoziţia utilizatorului trei instrumente de măsurare: *Measure Between*, *Measure Item* şi *Measure Inertia*, aflate în bara de instrumente *Measure*.

Instrumentul de măsurare *Measure Between* calculează şi afişează distanţele şi unghiurile minime între diferite entităţi geometrice (puncte, muchii, suprafeţe, corpuri).

Pentru exemplificare, se consideră două corpuri: un cilindru (*PartBody*) şi un paralelipiped (*Body.2*), prevăzut cu o faţă înclinată (*Draft.1*) şi două găuri (*Hole.1* şi *Hole.2*). Este necesară stabilirea valorii unor distanţe şi unghiuri între diferite elemente geometrice ale celor două corpuri. Astfel, se apasă pictograma "*Measure Between*", afişându-se fereastra de dialog cu acelaşi nume (figura 3.121).

Se poate afla distanţa minimă şi unghiul între axele celor două găuri. Selectând, succesiv, axa primei găuri şi, apoi, axa celei de-a doua găuri, pe desen apar reprezentate două valori, înscrise şi în câmpurile "*Minimum distance:*" şi "*Angle:*".

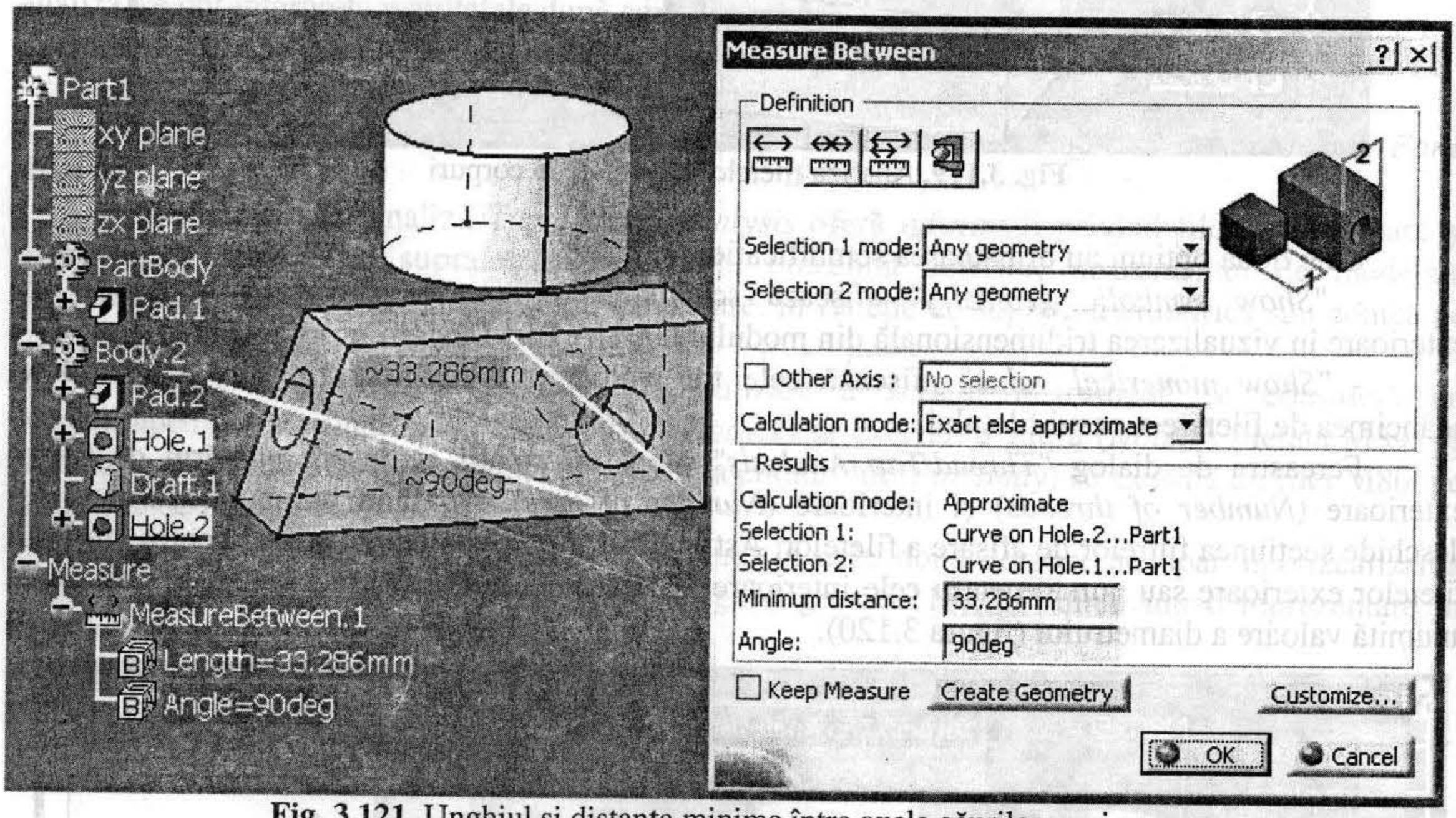


Fig. 3.121. Unghiul şi distanţa minime între axele găurilor unui corp

De asemenea, se poate afla distanţa minimă şi unghiul între faţa plană înclinată a paralelipipedului şi suprafaţa plană superioară a cilindrului. De asemenea, se pot afişa coordonatele în trei dimensiuni ale punctelor ce determină distanţa minimă, iar între aceste puncte se poate trasa şi un segment de dreaptă.

Selectând, succesiv, suprafaţa înclinată a paralelipipedului şi suprafaţa plană superioară a cilindrului, pe desen sunt reprezentate valorile distanţei minime şi a unghiului, iar în fereastra de dialog "*Measure Between*", în afara câmpurilor "*Minimum distance:*" şi "*Angle:*" mai apar încă două (*Point.1* şi *Point.2*), conţinând coordonatele tridimensionale ale punctelor între care s-au calculat unghiul şi distanţa minimă (figura 3.123).

Cele două câmpuri pentru coordonatele punctelor au apărut în urma selectării opţiunilor "*Point 1*" şi "*Point 2*" din fereastra de dialog "*Measure Between Customization*", activată de apăsarea butonului [Customize], (figura 3.122).

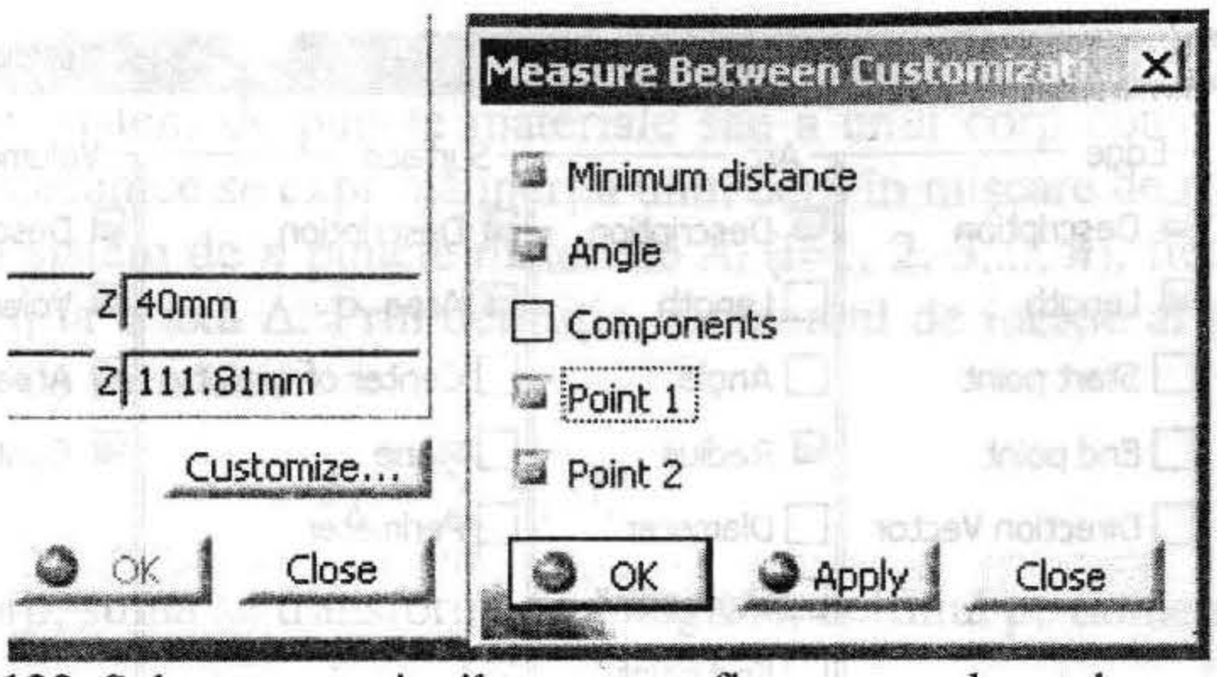


Fig. 3.122. Selectarea opțiunilor pentru afișarea coordonatelor punctelor

În fereastra de dialog "*Measure Between*", prin bifarea opțiunii "*Keep Measure*", utilizatorul specifică păstrarea rezultatelor măsurării virtuale în arborele de specificații, în elementul *MeasureBetween.1*.

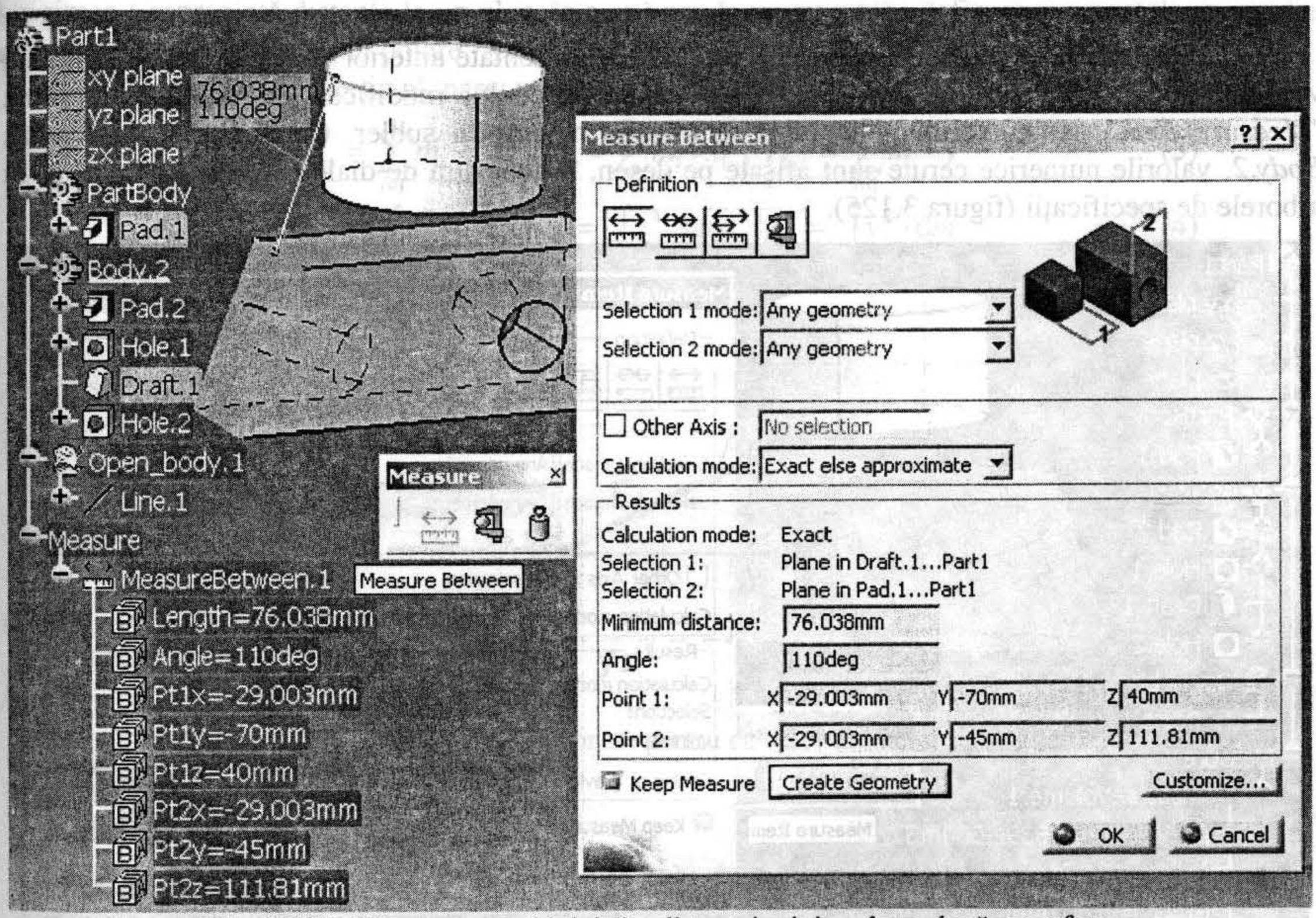


Fig. 3.123. Măsurarea unghiului şi a distanței minime între două suprafețe

Pentru a trasa o linie între cele două puncte ale distanței minime se apasă butonul [Create Geometry] şi se alege elementul *Line*. Linia se adaugă în desen şi în arborele de specificații (*Line.1*).

Utilizatorul poate opta pentru unul din următoarele moduri de selecție (*Selection mode*): *Any geometry*, *Picking point*, *Point only*, *Edge only*, *Surface only*, *Picking axis*, *Arc center* etc., în funcție de elementele geometrice pentru care se face măsurătoarea.

Instrumentul de măsurare *Measure Item* calculează şi afişează informații despre diferitele entități geometrice: puncte, muchii, arce de cerc, suprafețe şi corpuri (figura 3.124).

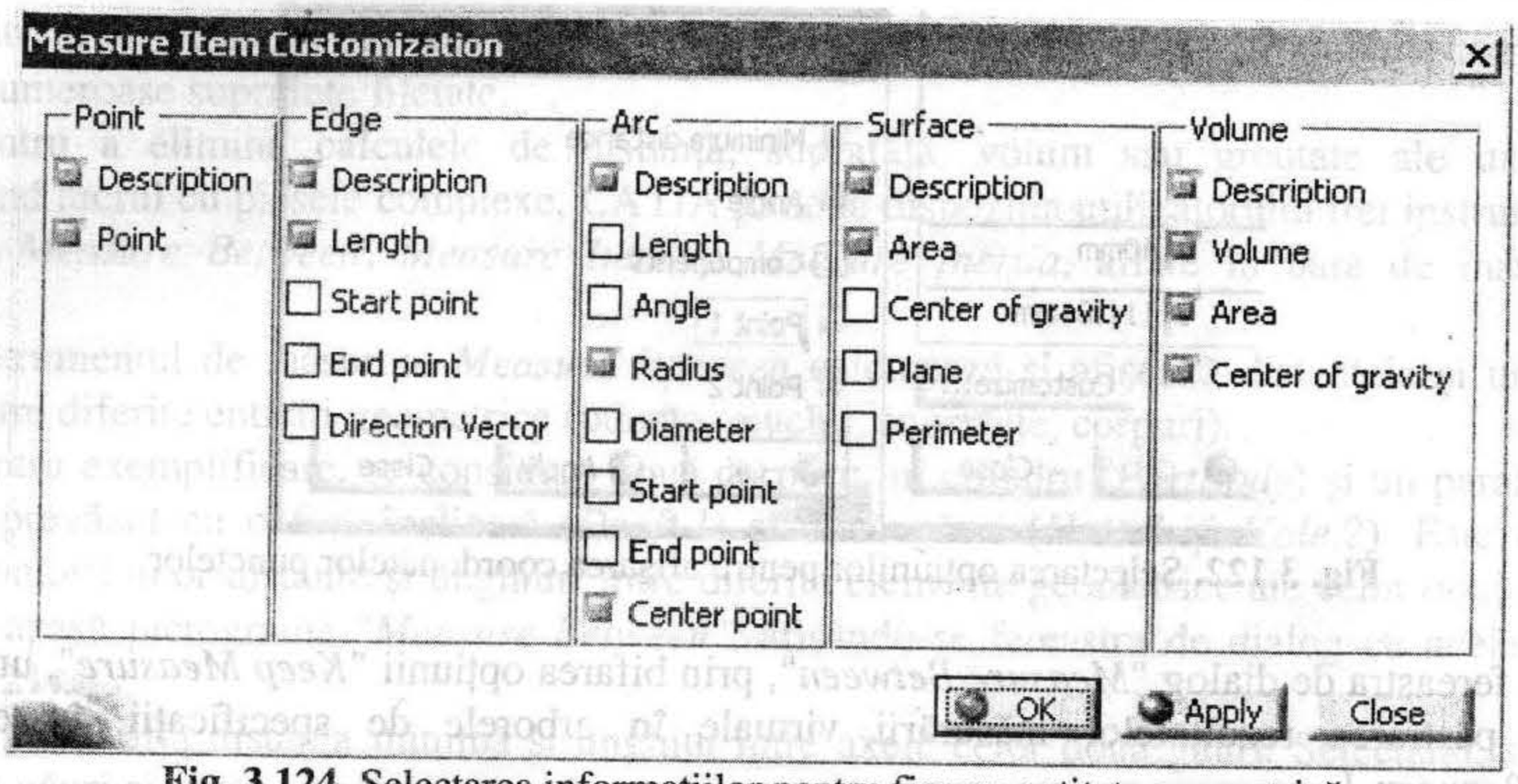


Fig. 3.124. Selectarea informațiilor pentru fiecare entitate geometrică

Ca exemplu, se consideră corpurile geometrice prezentate anterior și se cer a fi determinate volumul și poziția centrului de greutate ale paralelipipedului modificat. Se apasă pictograma "*Measure Item*", iar cursorul mouse-ului se transformă într-un șubler. Cu acesta se selectează *Body.2*, valorile numerice cerute sunt afișate pe desen, în fereastra de dialog "*Measure Item*" și în arborele de specificații (figura 3.125).

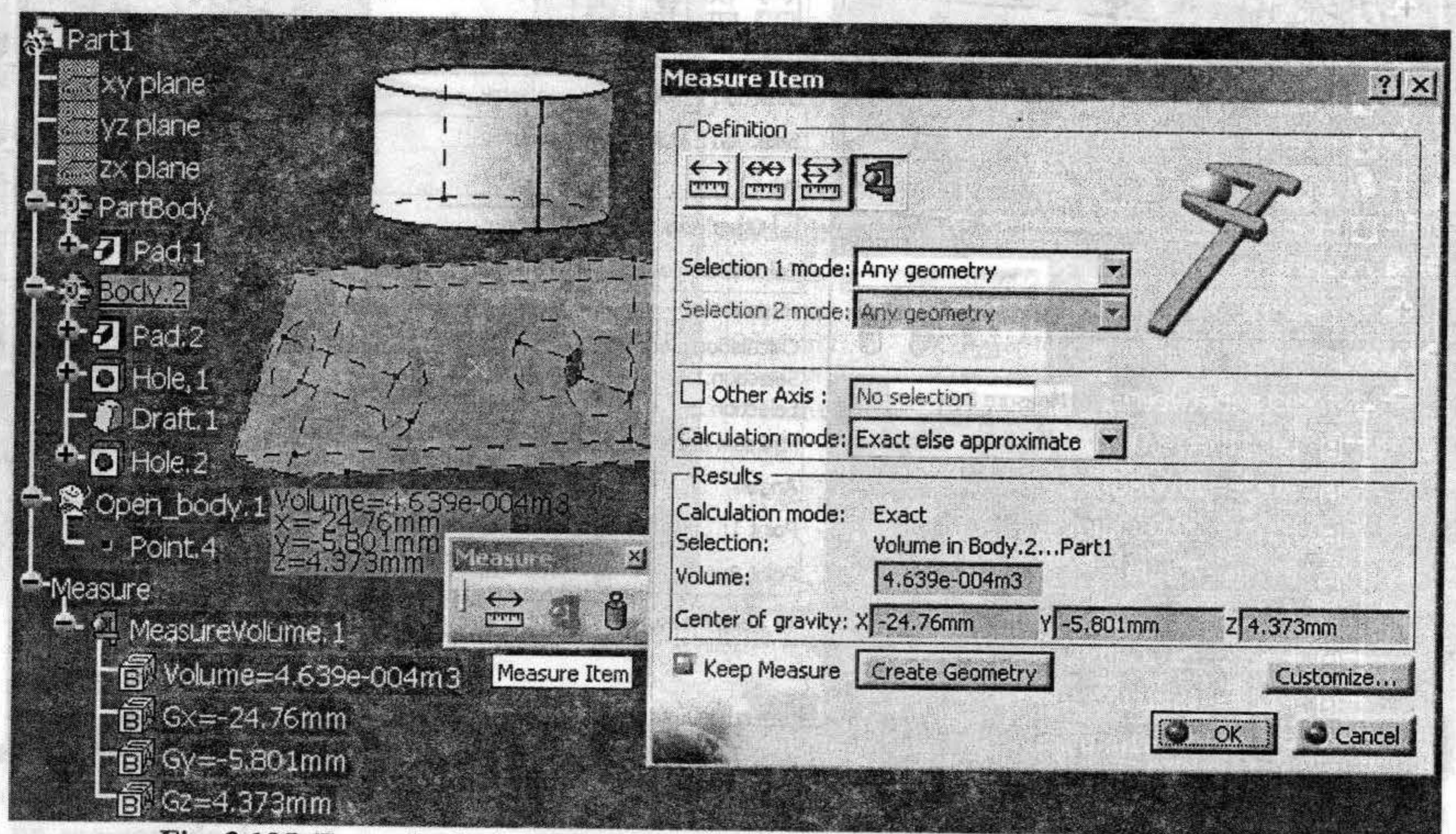


Fig. 3.125. Exemplu de determinare a centrului de greutate și a volumului unui corp

Utilizând butonul [Create Geometry] și alegând elementul *Center of Gravity* utilizatorul adaugă în desen și în arborele de specificații centrul de greutate al paralelipipedului modificat.

Instrumentul de măsurare *Measure Inertia* calculează și afișează proprietățile de inerție ale unui corp, alături de aria, masa, densitatea și volumul acestuia. Utilizatorul poate măsura proprietățile de inerție, atât ale suprafețelor, cât și ale volumelor. Se acceptă selecții multiple de același tip (volume sau suprafețe), dar nu combinații de volume și suprafețe.

a) Momentele de inerţie mecanice sunt mărimi care folosesc la caracterizarea modului de răspândire a masei unui sistem de puncte materiale sau a unui corp considerat rigid. Cu ajutorul momentelor de inerţie mecanice se exprimă inerţia unui corp în mişcare de rotaţie.

Se consideră un sistem de n puncte materiale A_i (i=1, 2, 3,..., n), fiecare având masa m şi l_i distanţa de la punctul A_i la o axă Δ. Prin definiţie, momentul de inerţie al sistemului de puncte în raport cu axa Δ este dat de formula:

$$I_\Delta = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot l_i^2 \qquad (1)$$

În cazul unui corp, suma se transformă în integrală, definită pe domeniul (D) ocupat de corp:

$$I_\Delta = \int_{(D)} l^2 \cdot \mathrm{d}m \qquad (2)$$

Dimensiunile şi unităţile de măsură pentru momentele de inerţie sunt: $[I]=M\cdot L^2$, respectiv $kg\cdot m^2$.

b) Momentele de inerţie planare, axiale şi polare (figura 3.126). Dacă în relaţiile (1) şi (2) lungimea l_i reprezintă distanţa la un plan, la o axă sau la un punct, se definesc momentele de inerţie mecanice planare, axiale sau polare. Astfel, se obţin:

- Momentele de inerţie planare:

$$I_{0xy} = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot z_i^2 \; ; \; I_{0yz} = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot x_i^2 \; ; \; I_{0xz} = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot y_i^2 \qquad (3)$$

$$I_{0xy} = \int_{(D)} z^2 \cdot \mathrm{d}m \; ; \; I_{0yz} = \int_{(D)} x^2 \cdot \mathrm{d}m \; ; \; I_{0xz} = \int_{(D)} y^2 \cdot \mathrm{d}m \qquad (4)$$

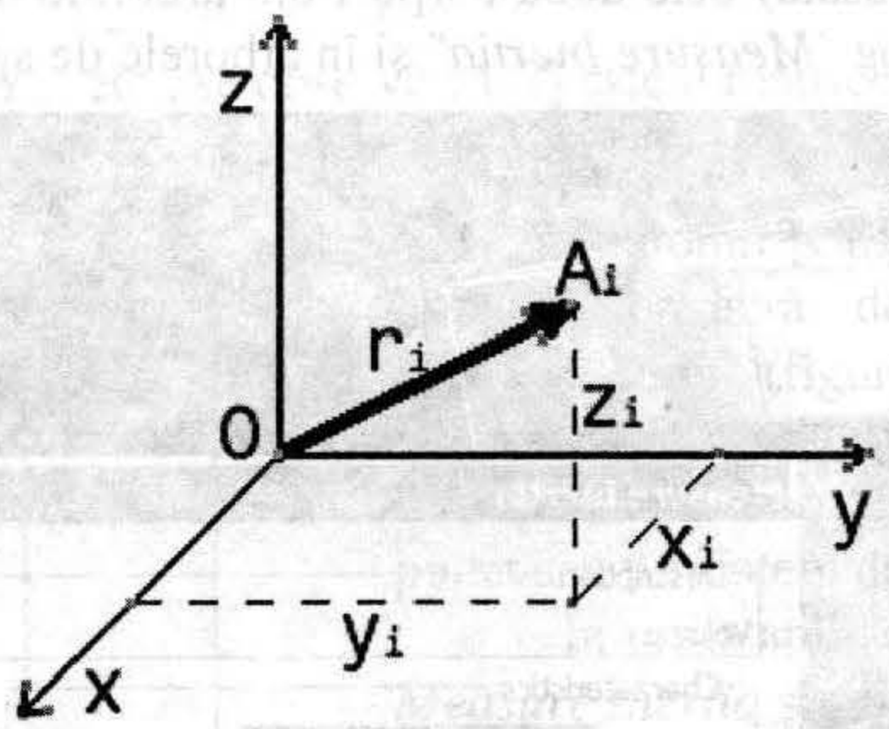


Fig. 3.126. Sistemul de coordonate pentru calculul momentelor de inerţie

- Momentele de inerţie axiale:

$$I_x = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot (y_i^2 + z_i^2) \; ; \; I_y = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot (x_i^2 + z_i^2) \; ; \; I_z = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot (x_i^2 + y_i^2) \qquad (5)$$

$$I_x = \int_{(D)} (y^2 + z^2) \cdot \mathrm{d}m \; ; \; I_y = \int_{(D)} (x^2 + z^2) \cdot \mathrm{d}m \; ; \; I_z = \int_{(D)} (x^2 + y^2) \cdot \mathrm{d}m \qquad (6)$$

- Momentul de inerţie polar:

$$I_0 = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot r_i^2 = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot (x_i^2 + y_i^2 + z_i^2) \qquad (7)$$

$$I_0 = \int_{(D)} r^2 \cdot \mathrm{d}m = \int_{(D)} (x^2 + y^2 + z^2) \cdot \mathrm{d}m \qquad (8)$$

Momentele de inerție planare, axiale și polare sunt mărimi scalare pozitive. În particular, momentul de inerție poate fi nul, de exemplu, în cazul unei plăci când se calculează momentul de inerție în raport cu planul ce conține placa.

c) Momentele de inerție centrifuge sunt prin definiție:

$$I_{xy} = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot x_i \cdot y_i \; ; \; I_{yz} = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot y_i \cdot z_i \; ; \; I_{zx} = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot x_i \cdot z_i \qquad (9)$$

$$I_{xy} = \int_{(D)} x \cdot y \cdot \mathrm{d}m \; ; \; I_{yz} = \int_{(D)} y \cdot z \cdot \mathrm{d}m \; ; \; I_{zx} = \int_{(D)} x \cdot z \cdot \mathrm{d}m \qquad (10)$$

Momentele de inerție centrifuge sunt mărimi scalare pozitive, negative sau nule. Momentul de inerție centrifug este nul când una dintre axe este axă de simetrie a corpului.

În relațiile de mai sus x, y și z reprezintă coordonatele elementului de masă luat în calcul.

Din relațiile (3), (4), (5), (6) și (7) se obțin următoarele egalități:

- în spațiu:

$$I_0 = I_{0xy} + I_{0yz} + I_{0xz} \; ; \; I_0 = \frac{1}{2}(I_x + I_y + I_z) \qquad (11)$$

$$I_x = I_{0xy} + I_{0xz} \; ; \; I_y = I_{0xy} + I_{0yz} \; ; \; I_z = I_{0xz} + I_{0yz} \qquad (12)$$

- în plan (z=0):

$$I_0 = I_x + I_y \qquad (13)$$

Se consideră două corpuri, un cilindru (*PartBody*) și un paralelipiped (*Body.2*), apoi, apăsând pictograma "*Measure Inertia*", cursorul mouse-ului se transformă într-un șubler cu care se selectează (ținând tasta Ctrl apăsată) cele două corpuri din arborele de specificații. Valorile cerute sunt afișate în fereastra de dialog "*Measure Inertia*" și în arborele de specificații (figura 3.127).

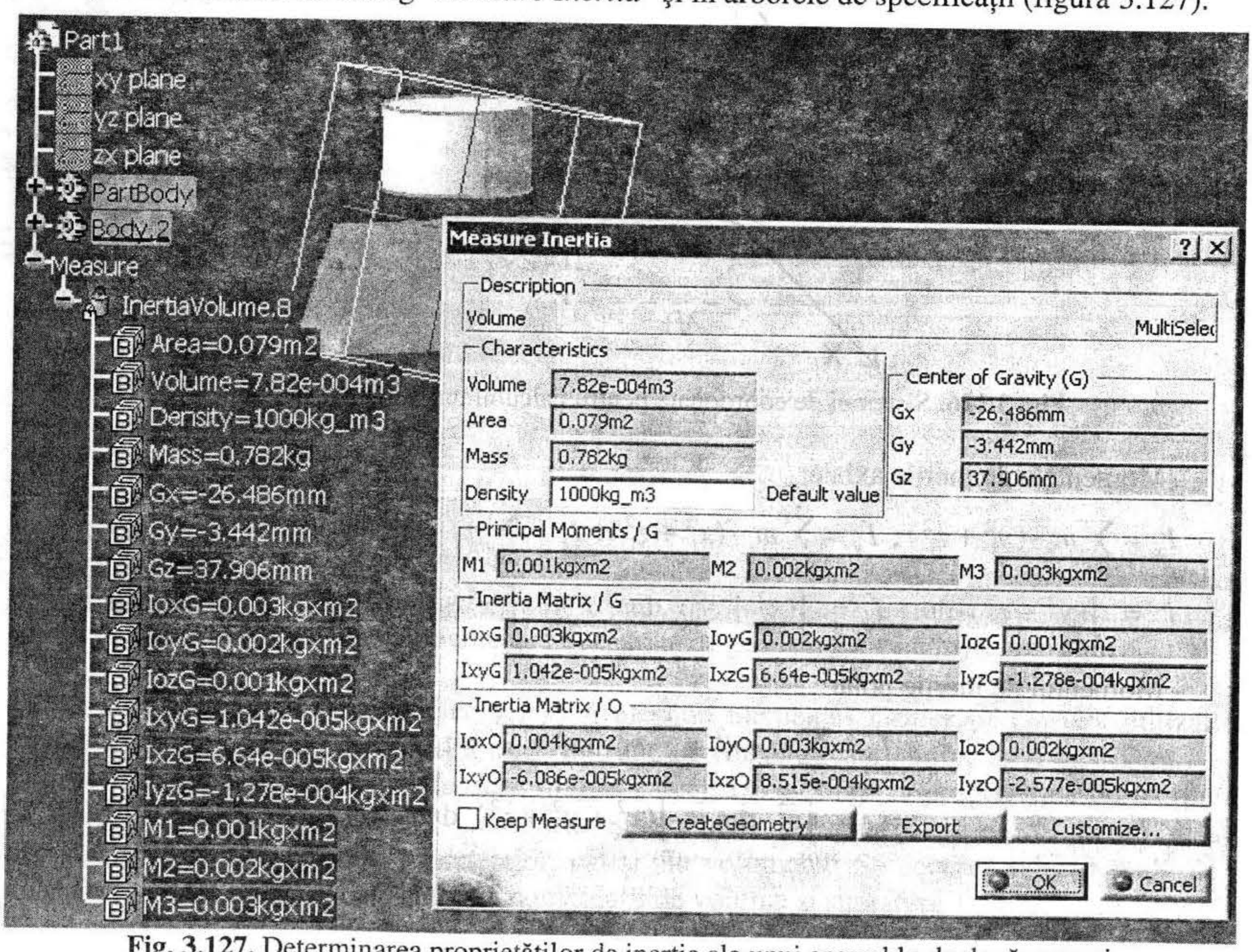


Fig. 3.127. Determinarea proprietăților de inerție ale unui ansamblu de două corpuri

În figura 3.127 sunt afişate următoarele valori pentru ansamblul celor două corpuri, împreună cu unităţile de măsură respective:

-În zona *Characteristics* se află volumul, aria, masa şi densitatea. Densitatea se calculează în funcţie de materialul aplicat celor două corpuri.

În cazul în care corpurile dintr-o selecţie multiplă prezintă materiale diferite, nu se va mai afişa o valoare, ci expresia "*Not uniform*", iar dacă nici un material nu este aplicat corpurilor, CATIA va utiliza o valoare implicită de 1000kg/m^3 pentru volume şi 10 kg/m^2 pentru suprafeţe. De asemenea, dacă utilizatorul doreşte să modifice aceste valori implicite, toate celelalte valori ale proprietăţilor de inerţie se vor modifica automat;

-În zona *Center of Gravity* sunt afişate coordonatele tridimensionale ale centrului de greutate;

-În zona *Principal Moments/G* sunt calculate momentele de inerţie principale în raport cu centrul de greutate G;

-În zona *Inertia Matrix/G* se află matricea momentelor de inerţie în raport cu sistemul de coordonate GXYZ, unde G este centrul de greutate;

-În zona *Inertia Matrix/O* este calculată matricea momentelor de inerţie în raport cu sistemul de coordonate OXYZ, unde O este centrul sistemului ortonormal de bază.

Momentele de inerţie mecanice faţă de axele unui triedru triortogonal cu originea în 0, care sunt în număr de nouă, pot fi prezentate într-o matrice cu trei linii şi trei coloane, astfel:

$$[I]=\begin{bmatrix} I_x & -I_{xy} & -I_{xz} \\ -I_{yx} & I_y & -I_{yz} \\ -I_{zx} & -I_{zy} & I_z \end{bmatrix} \qquad (14)$$

Ţinând seama că $I_{xy} = I_{yx}$ etc., se observă că [I] este o matrice simetrică şi reală.

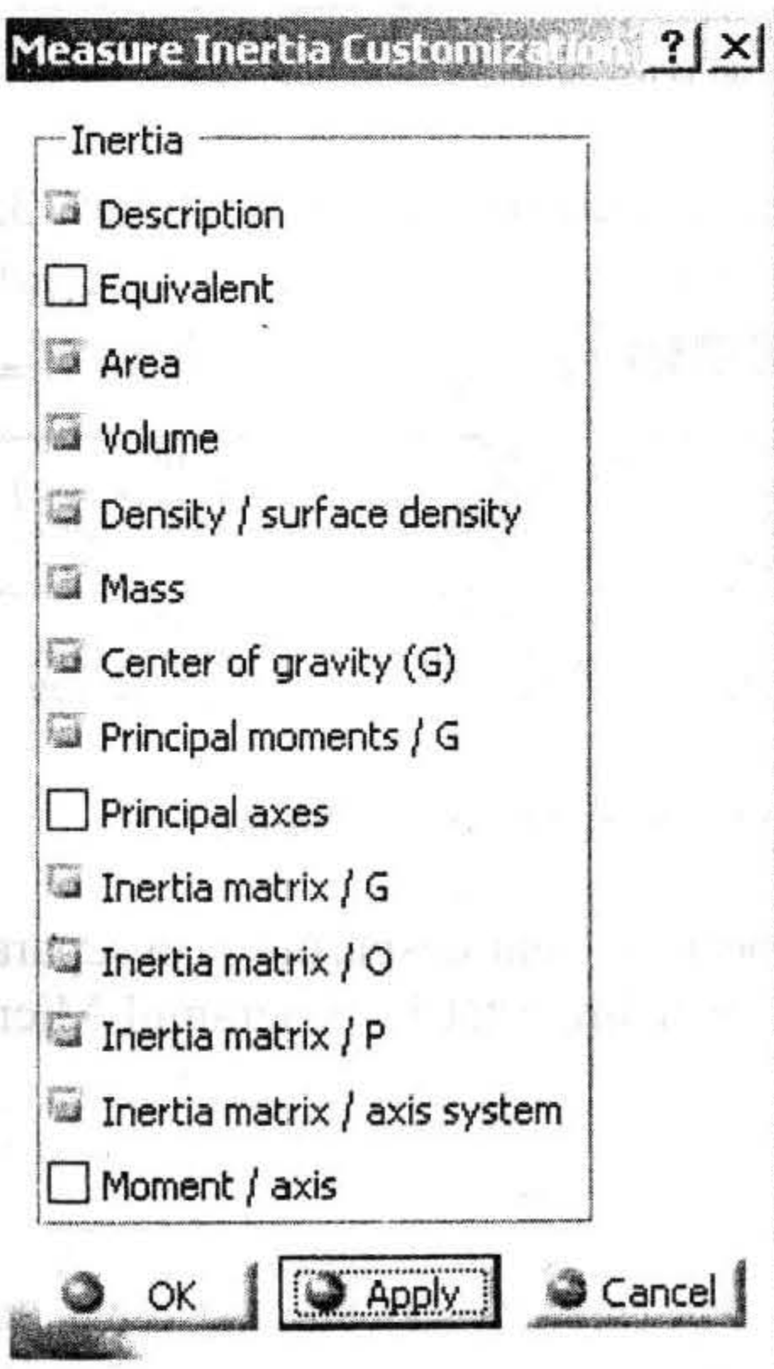


Fig. 3.128. Selectarea opţiunilor de afişare a proprietăţilor de inerţie

În fereastra de dialog "*Measure Inertia*", apăsând butonul [Customize], utilizatorul are acces la altă fereastră de dialog, "*Measure Inertia Customization*" (figura 3.128), cu ajutorul căreia se pot determina şi alte matrici cu momente de inerţie, în raport cu diferite elemente ale desenului (un punct sau un sistem de axe oarecare).

În urma aplicării instrumentului de măsurare *Measure Inertia* şi prin bifarea în fereastra de dialog "*Measure Inertia*" a opţiunii "*Keep Measure*", în arborele de specificaţii se adaugă elementul *Measure* împreună cu toate informaţiile caracteristice cerute. Dacă utilizatorul modifică în vreun fel dimensiunile sau proprietăţile corpului sau corpurilor aflat(e) în arborele de specificaţii, analizat(e) prin instrumentele de măsurare *Measure*, toate informaţiile pe care acestea le calculează şi afişează vor fi actualizate, în concordanţă cu schimbările efectuate.

De asemenea, valorile obţinute în urma măsurătorilor pot fi utilizate ca parametri în formulele scrise de utilizator.

Astfel, un set de rezultate (lungimi, unghiuri, arii, volume etc.) vor fi asociate cu rol de parametri în formule sau se utilizează la crearea unor elemente geometrice (puncte, linii etc.). În figura 3.129 se observă editorul de formule, prezentat pe larg în Capitolul 6. Modulul CATIA Knowledge Advisor.

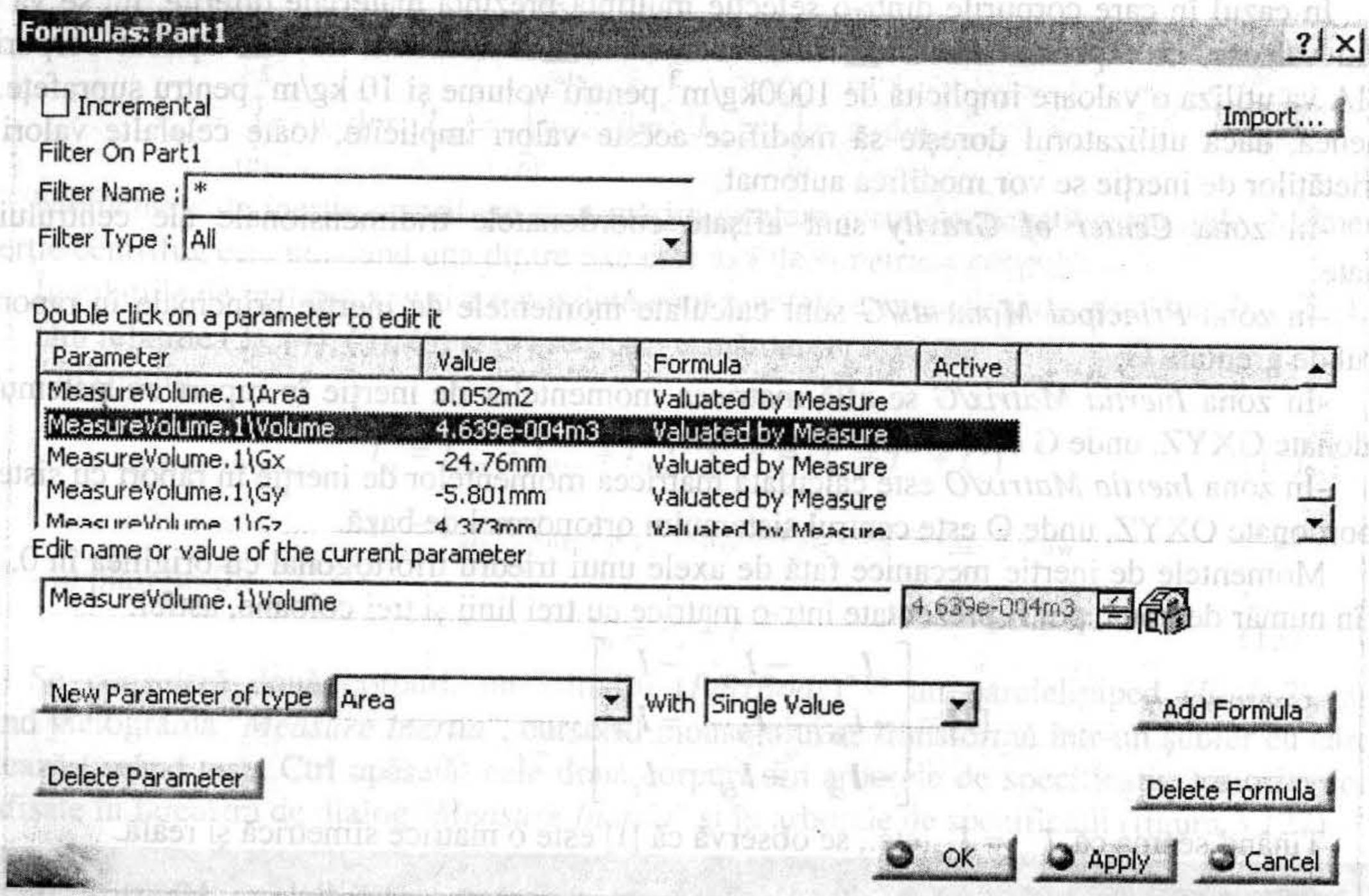


Fig. 3.129. Utilizarea rezultatelor măsurătorilor ca parametri în formule

Rezultatele măsurătorilor pot fi salvate într-un fișier text cu date tabulare (figura 3.130), folosind butonul [Export] din fereastra de dialog "*Measure Inertia*".

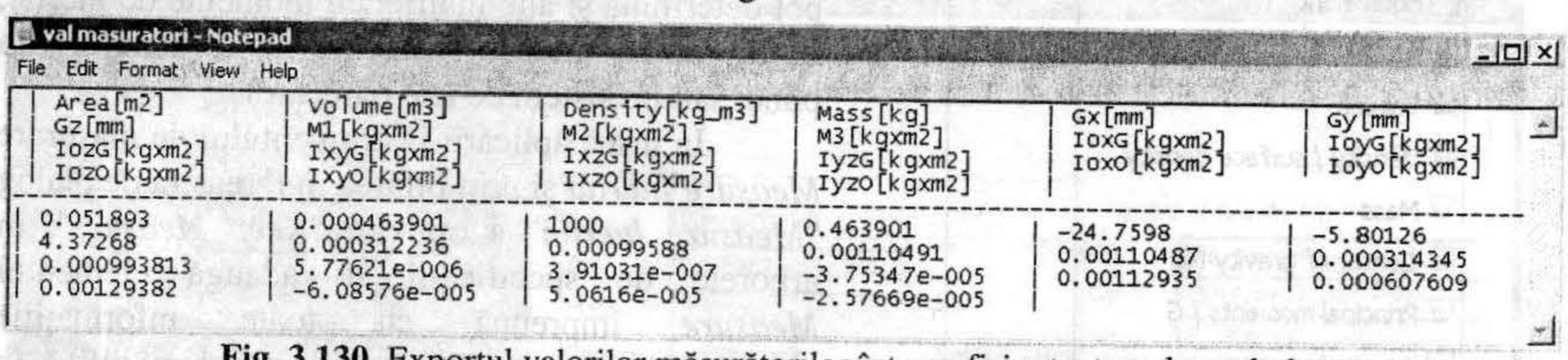


Fig. 3.130. Exportul valorilor măsurătorilor într-un fișier text cu date tabulare

Valorile exportate, însoțite de unitățile de măsură respective, sunt despărțite prin separatorul Tab, rezultând, astfel, un fișier text cu date tabulare, ce poate fi importat în programul Microsoft Excel.

3.5. Aplicații

3.5.1. Crearea unei flanșe cilindrice

În general, pentru reprezentarea flanșelor, în desenul de execuție se folosesc două proiecții: o secțiune longitudinală, în care apare grosimea flanșei, forma găurilor de prindere (netede, filetate, străpunse, înfundate), modul de îmbinare al flanșei cu piesa, și o vedere laterală (frontală), din care rezultă forma flanșei, numărul și dispunerea găurilor de prindere.

La flanşele cilindrice, pătrate şi triunghiulare, centrele găurilor de prindere sunt situate pe un cerc, denumit cerc purtător, cu originea în centrul geometric al flanşelor. Flanşele cilindrice pot avea un număr impar de găuri, dispuse unghiular echidistant, cu centrele pe un cerc purtător.

În această aplicație se prezintă etapele obținerii flanşei al cărei desen de execuție este în figura 3.131. Două din găurile de prindere sunt situate în planul de secționare. Dacă găurile de prindere nu sunt situate în planul respectiv, acestea se rabat în planul de secționare şi se reprezintă cu linie punct subțire peste haşuri.

Reprezentarea flanşei cilindrice din exemplul analizat se realizează utilizând instrumentele de modelare *Pad*, *Circular Pattern*, *Hole*, *Pocket*, *Chamfer* şi *Edge Fillet*.

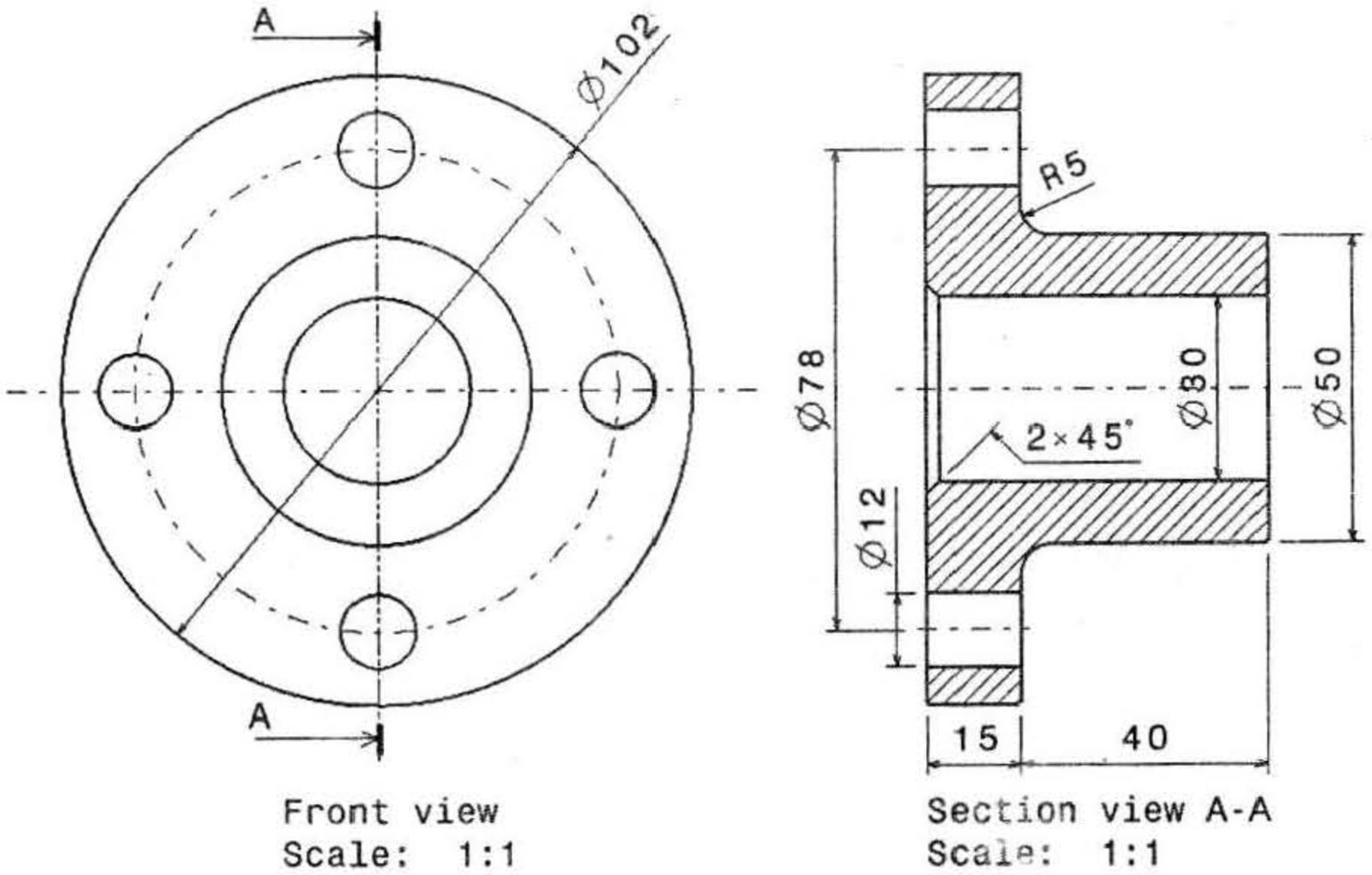


Fig. 3.131. Desenul de execuție al flanşei

Pentru reprezentarea flanşei, în modulul CATIA Sketcher, în planul XY se trasează un cerc, având centrul în originea sistemului de coordonate şi, prin constrângere, diametrul de 102 mm (figura 3.132).

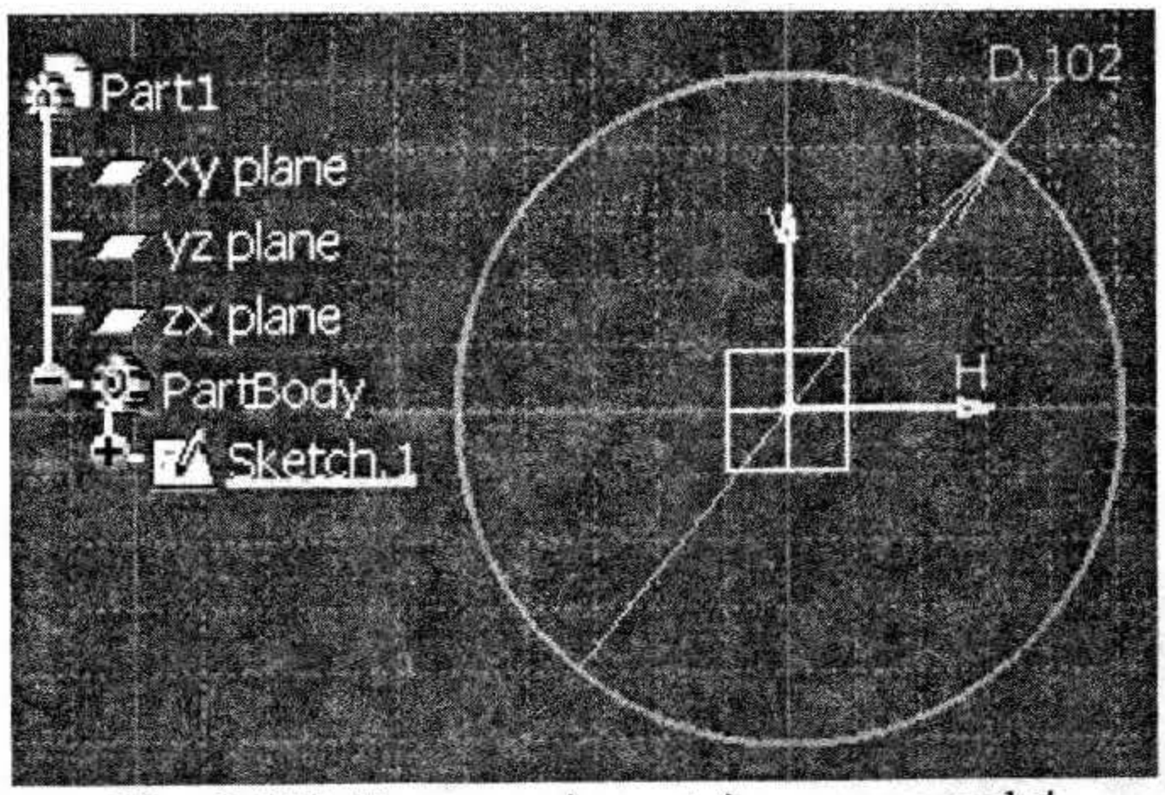


Fig. 3.132. Trasarea şi constrângerea cercului

Utilizând instrumentul de modelare *Pad* din modulul CATIA Part Design se extrudează cercul, cu o valoare de 15 mm, obținându-se un cilindru (*Pad.1*). Se selectează suprafața plană superioară a acestuia, apoi, în modulul CATIA Sketcher se trasează un nou cerc (*Sketch.2*), concentric cu primul (*Sketch.1*), de diametru 50 mm. Cu ajutorul instrumentului de modelare *Pad* se extrudează şi acest cerc cu o valoare de 40 mm, în acelaşi sens cu prima extrudare (figura 3.133). Rezultă, astfel, un al doilea cilindru (*Pad.2*), poziționat deasupra primului.

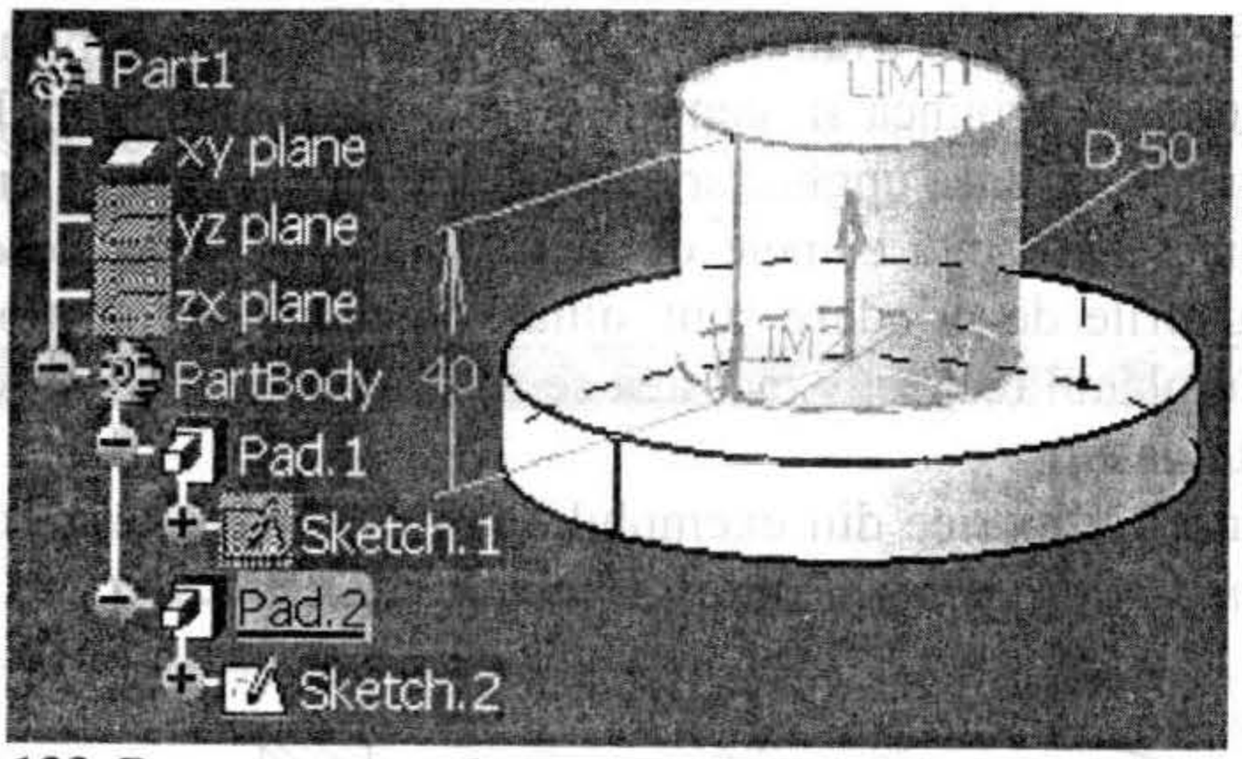


Fig. 3.133. Reprezentare a două corpuri componente ale piesei flanșă

În continuare, în corpul flanșei se execută o gaură centrală, coaxială cu cei doi cilindri (*Pad.1* și *Pad.2*). Astfel, se selectează suprafața plană superioară a corpului flanșei și se apasă pictograma "*Hole*". În fereastra de dialog "*Hole Definition*" se stabilește tipul găurii ca fiind "*Up To Next*", cu diametrul de 30 mm (figura 3.134).

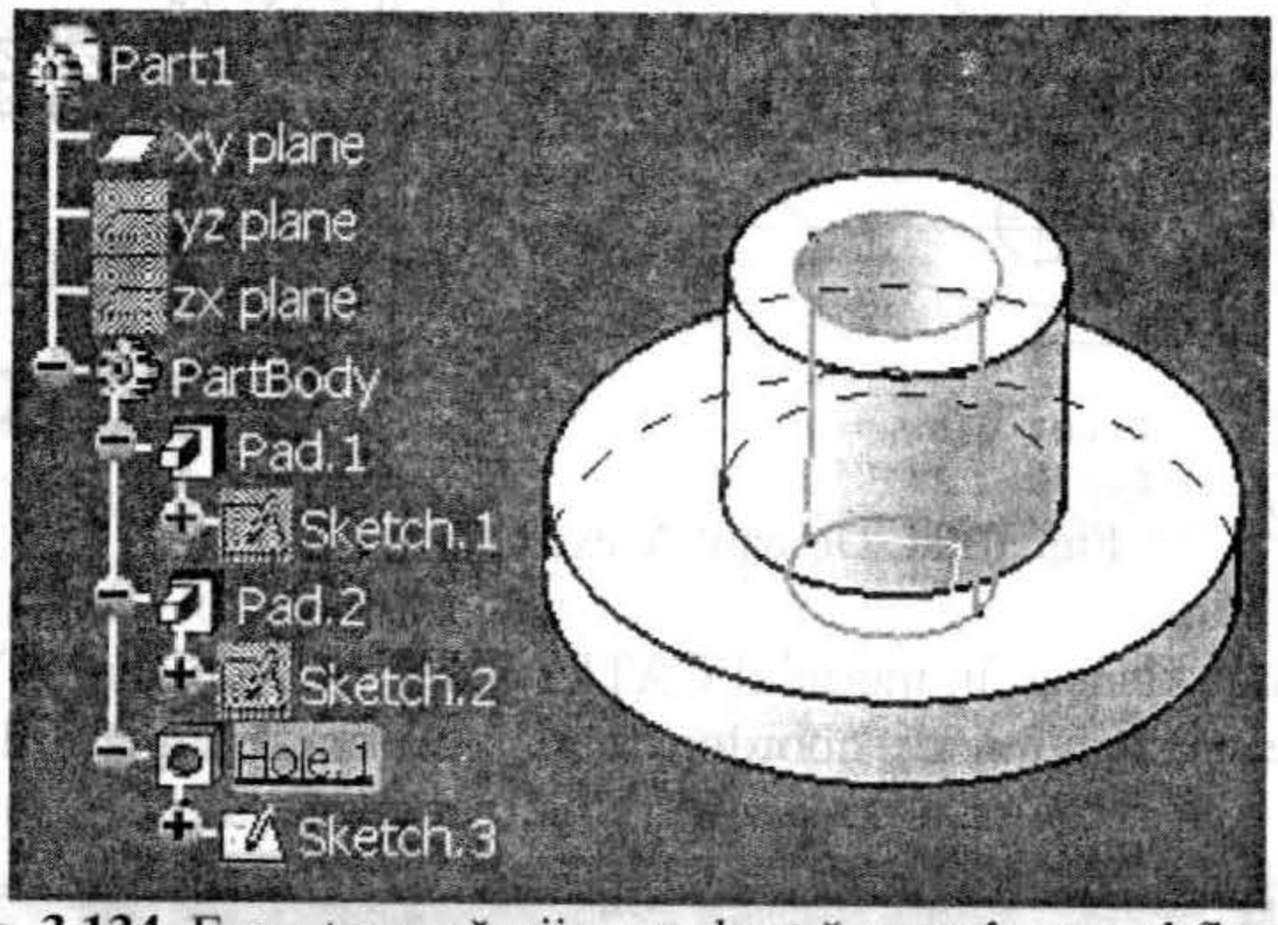


Fig. 3.134. Executarea găurii centrale străpunse în corpul flanșei

Pentru a executa găurile de prindere ale flanșei, se selectează suprafața plană superioară a primului cilindru (*Pad.1*), apoi în modulul CATIA Sketcher se trasează un cerc (*Sketch.4*), cu diametrul de 12 mm, cu centrul poziționat la 39 mm (raza cercului purtător) față de axa orizontală de simetrie a corpului flanșei (figura 3.135).

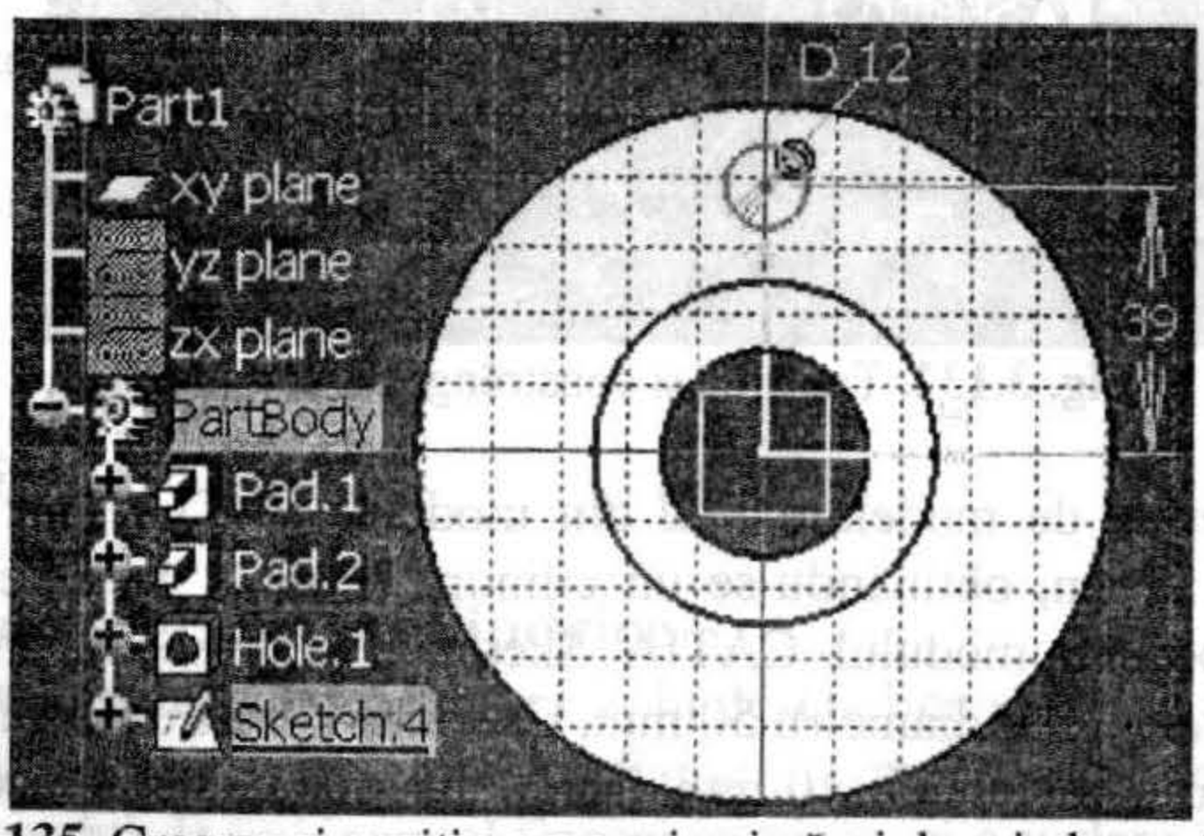


Fig. 3.135. Crearea și poziționarea primei găuri de prindere a flanșei

Utilizând instrumentul de modelare *Pocket* din modulul CATIA Part Design, se extrage din corpul flanşei, pe toată grosimea, o gaură având ca profil cercul desenat anterior (*Sketch.4*). Pentru a simplifica modul de creare a celorlalte trei găuri de prindere se selectează această primă gaură şi se copiază circular (*Circular Pattern*), la 90^0 (*Angular Spacing*), în patru exemplare (*Instances*) pe aceeaşi suprafaţă plană superioară a cilindrului *Pad.1* (figura 3.136). Centrele acestora se situează pe cercul purtător cu diametrul de 78 mm.

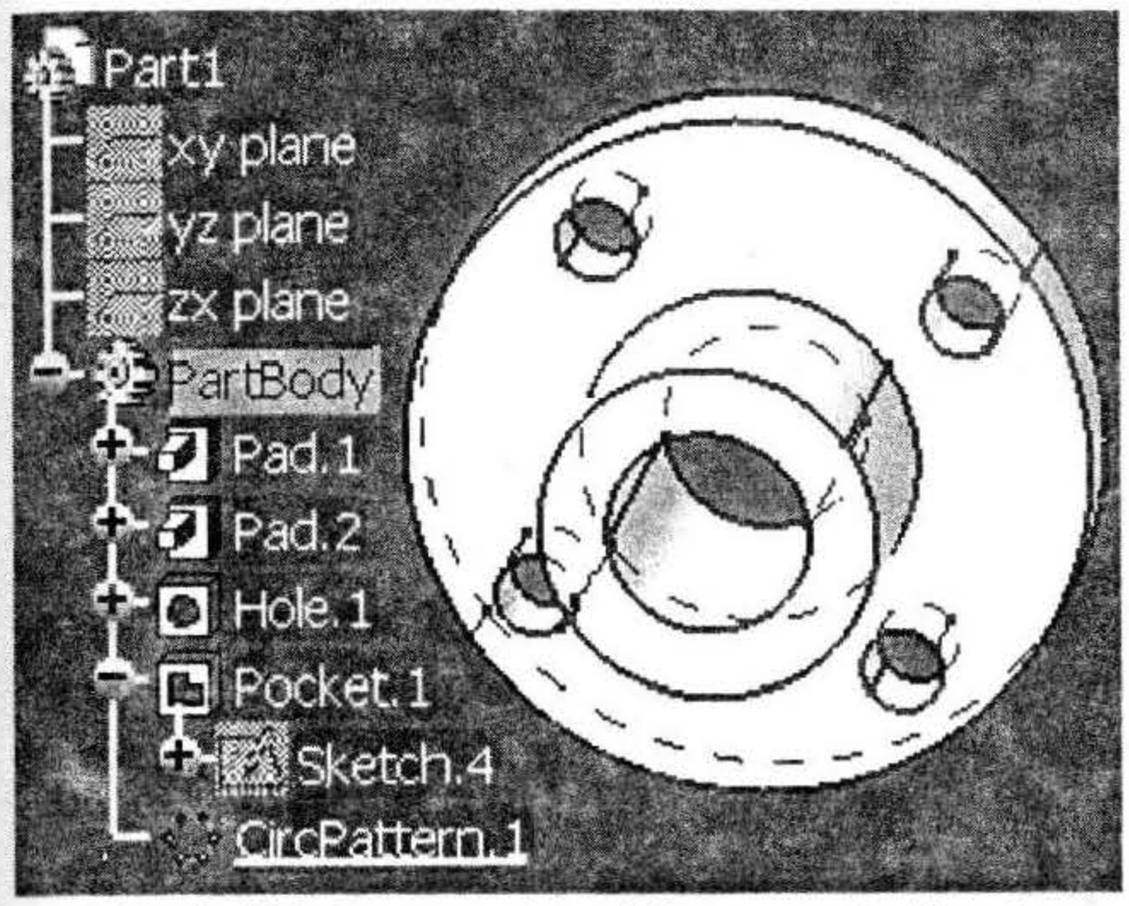


Fig. 3.136. Crearea şi poziţionarea găurilor de prindere ale flanşei

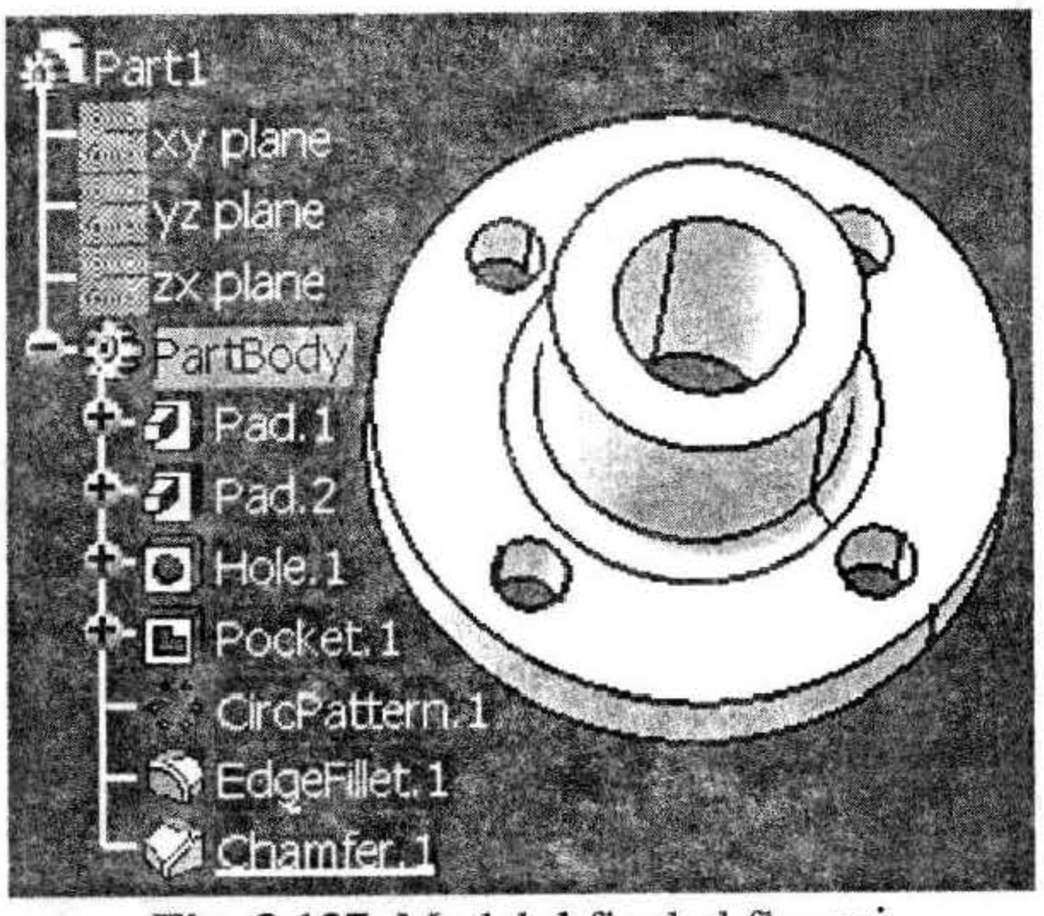


Fig. 3.137. Modelul final al flanşei

Asupra corpului flanşei se mai execută două operaţii: una de teşire (2×45^0) a muchiei găurii centrale şi una de racordare (R5) a celui de-al doilea cilindru (*Pad.2*) la primul cilindru (*Pad.1*).

Modelul final al corpului rezultat, în reprezentare tridimensională, este cel din figura 3.137. Pentru verificare, cu ajutorul modulului CATIA Drafting se realizează o secţiune A-A longitudinală, obţinându-se desenul de execuţie, din figura 3.131.

Cotele care se înscriu pe desenul de execuţie al unei flanşe sunt: diametrul cercului purtător al centrelor, diametrul găurilor de prindere, diametrul exterior al flanşei, diametrul găurii centrale, grosimea flanşei, raza de rotunjire a colţurilor flanşei etc.

Pentru proiectarea corectă a flanşelor sunt importante următoarele recomandări: raza de rotunjire a colţurilor flanşelor (pătrate, triunghiulare, romboidale, dreptunghiulare etc.) să fie egală cu diametrul găurii de prindere, centrul de racordare fiind comun cu centrul găurii de prindere. La flanşele de orice formă, pentru asigurarea condiţiilor de rezistenţă, grosimea materialului cuprins între gaură şi marginea flanşei trebuie să fie cel puţin egală cu raza găurilor de prindere.

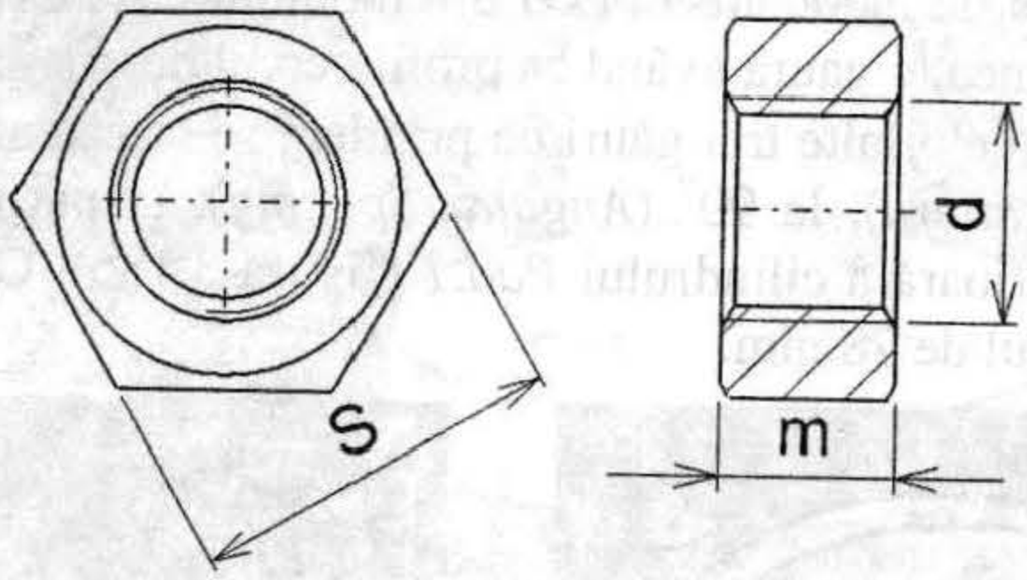
3.5.2. Crearea unei piulițe

Asamblările filetate fac parte din categoria asamblărilor demontabile cel mai des întâlnite în construcţia de maşini şi se pot realiza atât între două piese (una cu filet exterior, cealaltă cu filet interior), cât şi cu ajutorul organelor de asamblare filetate: şuruburi, piuliţe, prezoane, ştifturi filetate etc.

Şuruburile se utilizează, în primul rând, ca elemente de fixare a două sau mai multor piese, dar şi pentru transmiterea mişcării rectilinii, ori ca elemente de reglare, măsurare etc.

Piuliţele sunt prevăzute cu filet interior şi cu ajutorul lor se realizează asamblările cu şurub sau prezon. După forma lor exterioară se deosebesc: piuliţe hexagonale forma A şi forma B (STAS 922-89 pentru piuliţe uzuale şi STAS 4071-89 pentru cele precise), piuliţe crenelate forma A (STAS 4073-90), piuliţă rotundă cu caneluri (STAS 5012-90), piuliţă rotundă cu găuri frontale.

În această aplicaţie se prezintă modul de modelare al unei piuliţe hexagonale M10 (figura 3.138), forma A, conform STAS 4071-89.



d	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
S, mm	10	13	17	19	24	30	36
m, mm	5	6,5	8	10	13	16	19

Fig. 3.138. Reprezentarea dimensiunilor de bază ale piulițelor hexagonale

Utilizând modulul CATIA Sketcher, în planul XY se trasează un cerc, având centrul în originea sistemului de coordonate şi, prin constrângere, diametrul de 19,63 mm. Acest cerc se extrudează cu o valoare de 8 mm, utilizând instrumentul de modelare *Pad* din modulul CATIA Part Design şi se obține un cilindru (*Pad.1*), reprezentat în figura 3.139.

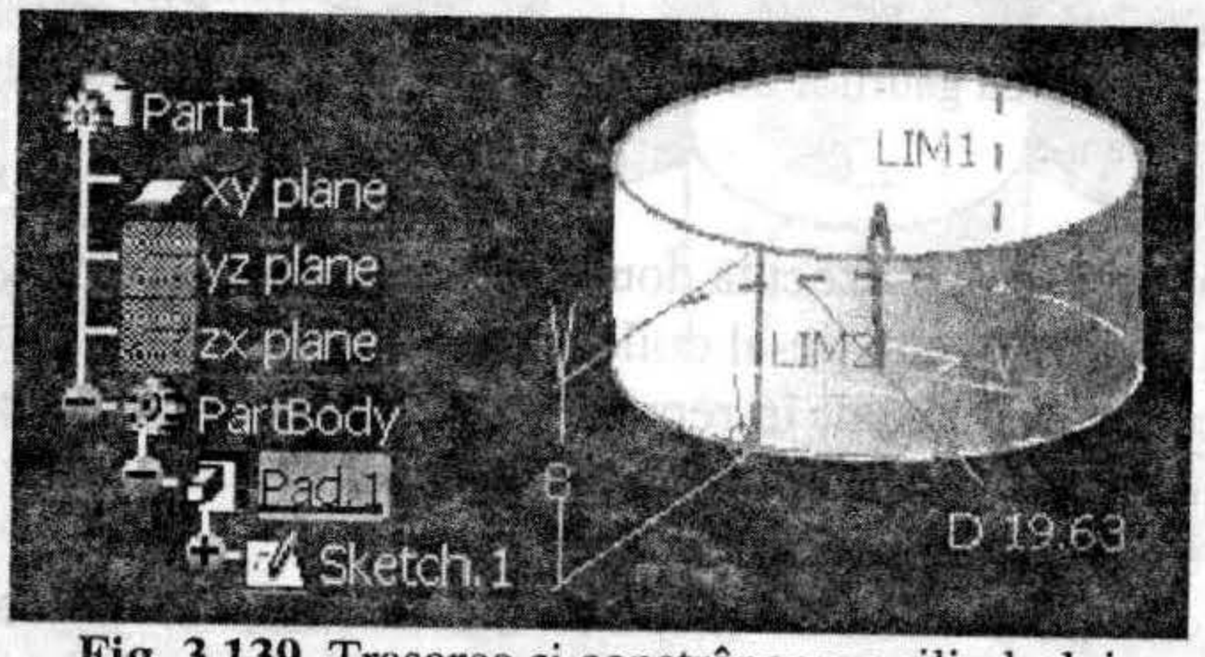


Fig. 3.139. Trasarea şi constrângerea cilindrului

În cilindru se va executa o gaură filetată M10, coaxială cu acesta. Astfel, se selectează fața plană superioară a cilindrului, se apasă pictograma "*Hole*", iar în fereastra de dialog "*Hole Definition*" se stabileşte adâncimea găurii ca fiind "*Up To Next*", cu un filet de tip "*Metric Thin Pitch*", cu diametrul găurii de 8,647 mm, pe toată lățimea cilindrului, de 8 mm (figura 3.140).

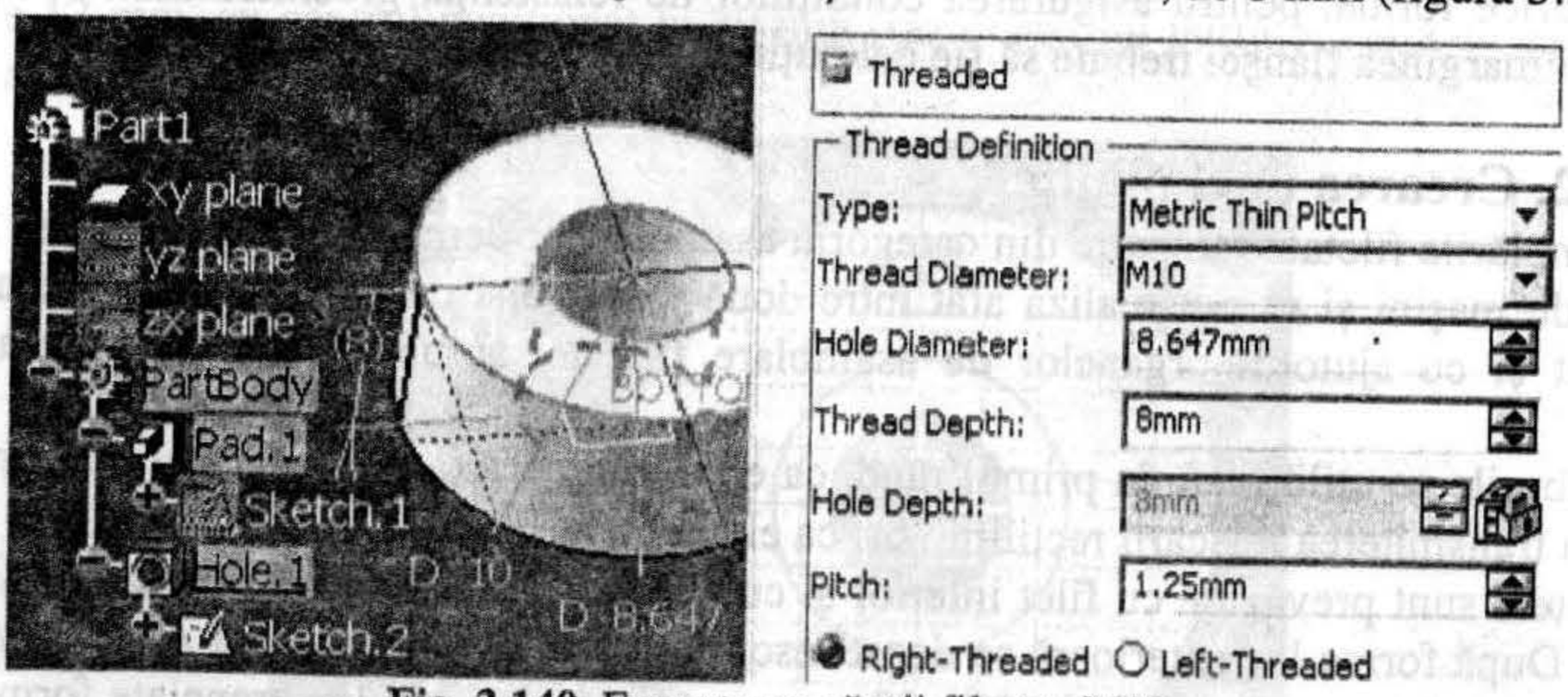


Fig. 3.140. Executarea găurii filetate M10

În continuare, gaura se teşeşte (0,6 x 60^0) la ambele capete cu ajutorul instrumentului de modelare *Chamfer* (figura 3.141).

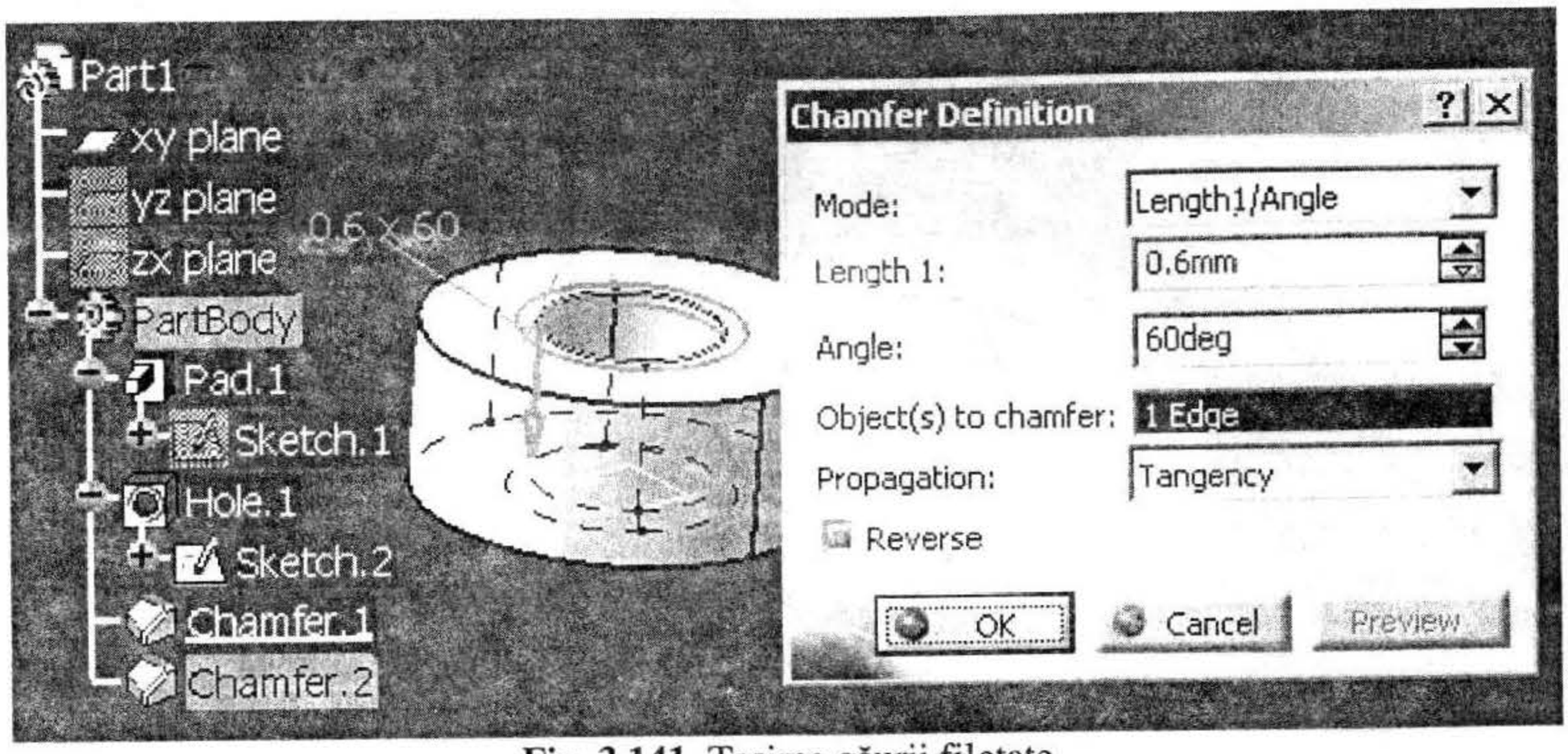


Fig. 3.141. Teşirea găurii filetate

Utilizând modulul CATIA Sketcher, în planul XY se trasează un hexagon, având centrul geometric pe axa cercului, înscris în acesta, şi, prin constrângere, distanța între două laturi paralele (deschiderea cheii) de 17 mm (figura 3.142).

În afara constrângerilor implicite aplicate pentru reprezentarea hexagonului, se mai adaugă încă una, de coincidență între vârfurile acestuia şi cercul care defineşte cilindrul.

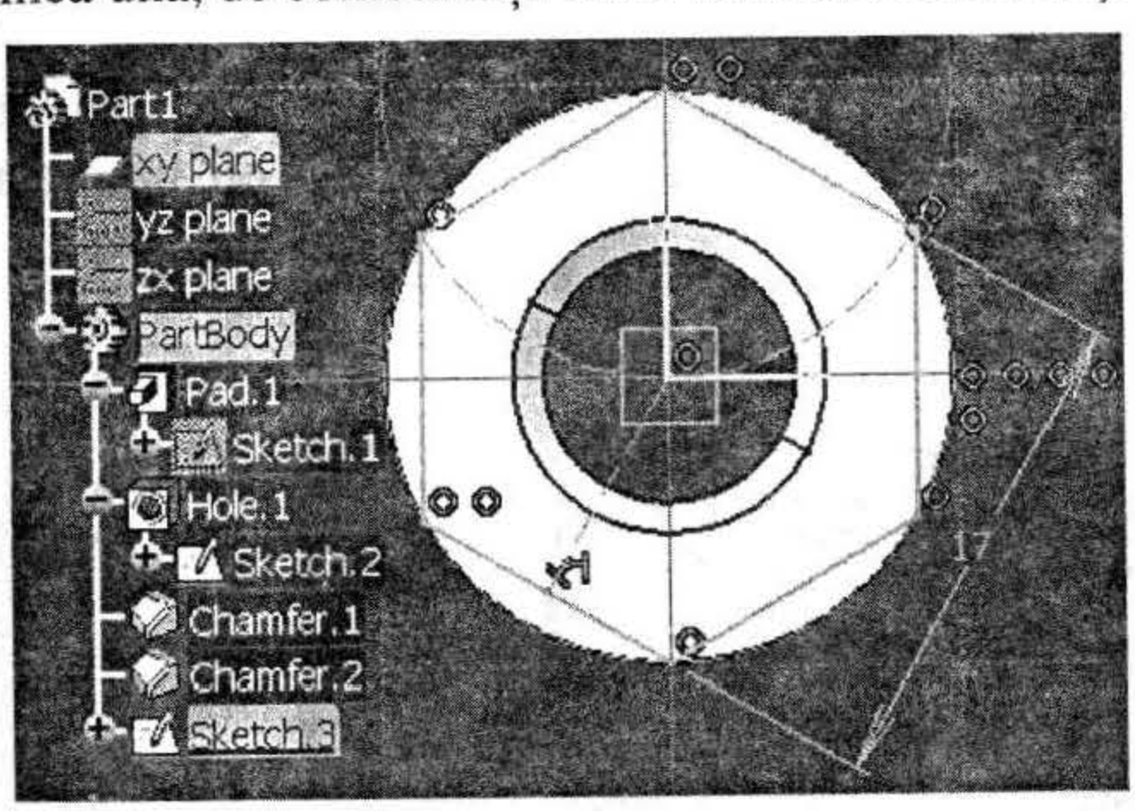


Fig. 3.142. Trasarea şi constrângerea hexagonului

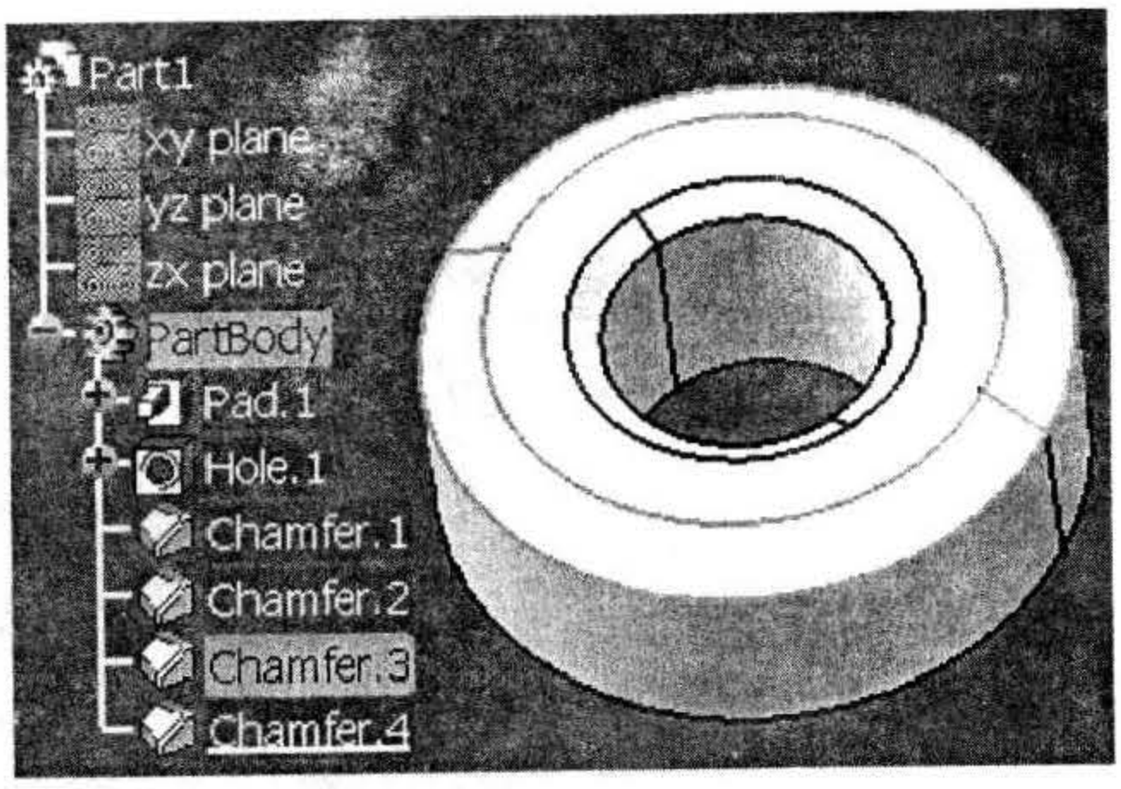


Fig. 3.143. Teşirea muchiilor cilindrului

Muchiile de la ambele capete ale cilindrului se teşesc (2 x 30^0) cu ajutorul instrumentului de modelare *Chamfer*, obținându-se corpul din figura 3.143.

Pentru a obține forma finală a corpului piuliței, cilindrul teşit la capete (figura 3.143) se va intersecta cu o prismă generată de hexagonul înscris în cilindrul respectiv si de înălțimea acestuia, îndepărtând volumul de material aflat în afara prismei.

Astfel, se apasă pictograma "*Pocket*", iar în fereastra de dialog "*Pocket Definition*" se selectează hexagonul (*Sketch.3*).

Totodată, se stabileşte direcția de creare a prismei, apoi direcția de îndepărtare a volumului de material, aşa cum se observă în figura 3.144.

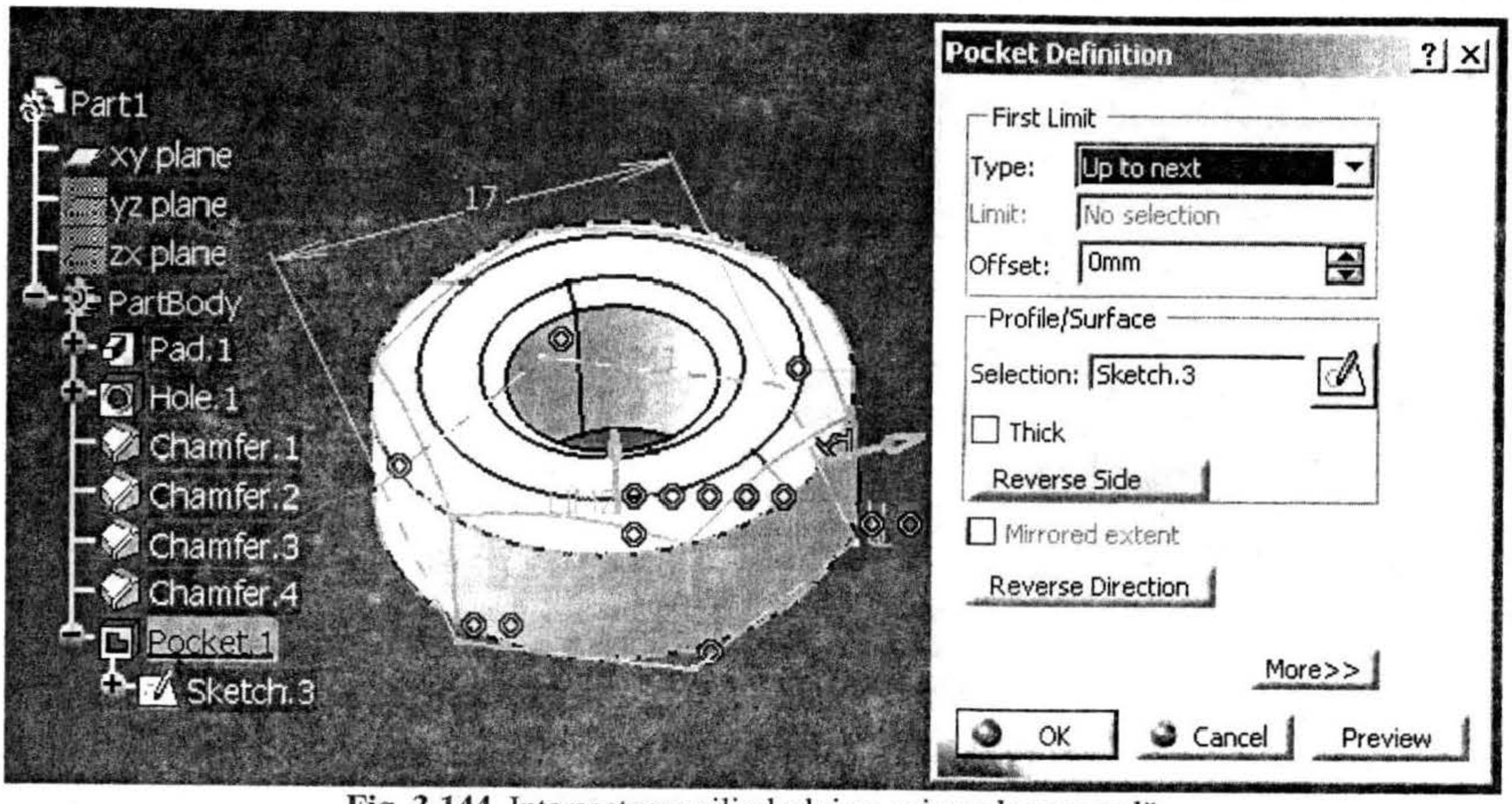


Fig. 3.144. Intersectarea cilindrului cu prisma hexagonală

În urma intersectării şi, implicit, a înlăturării volumului de material situat între prismă şi cilindru, rezultă corpul final al piuliței, reprezentat în figura 3.145.

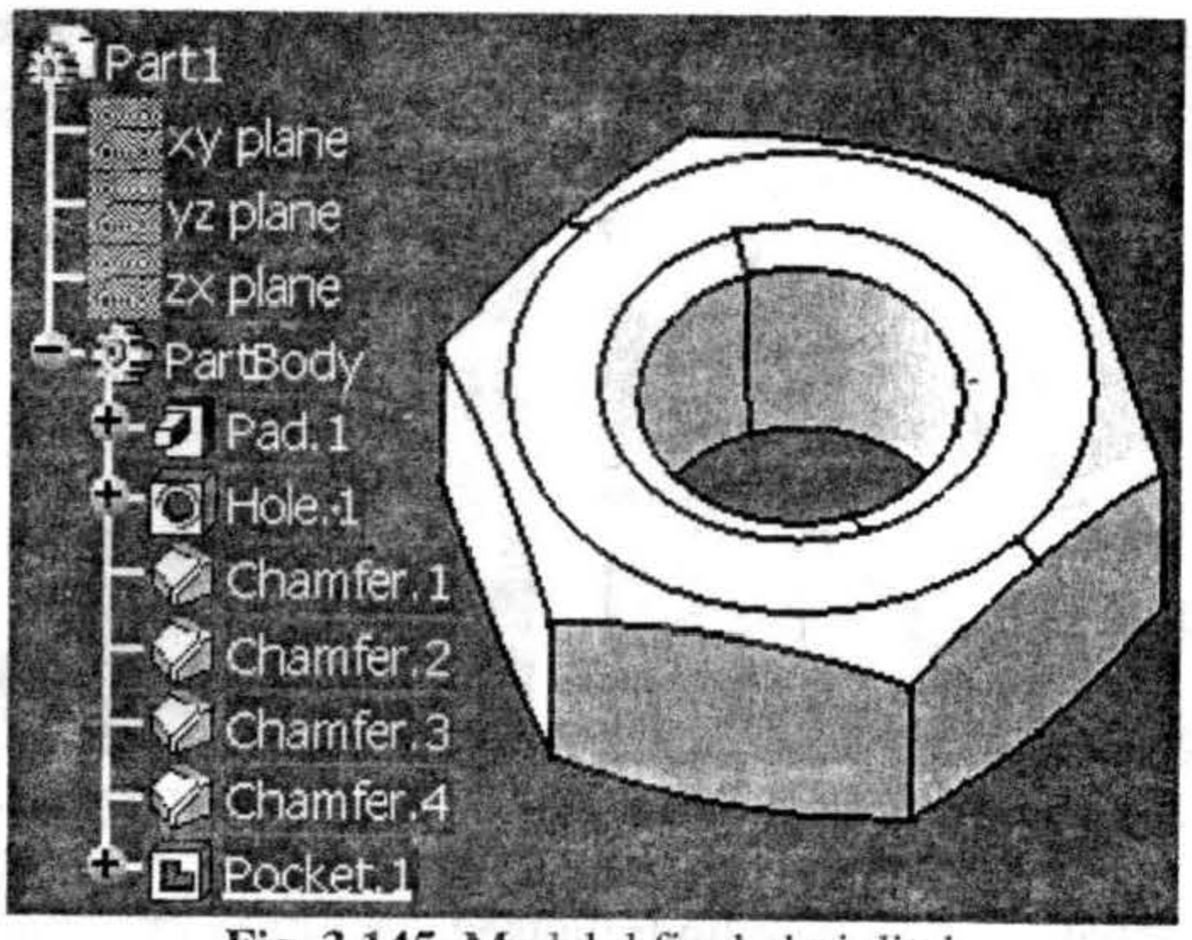


Fig. 3.145. Modelul final al piuliței

Pentru crearea piuliței din această aplicație, s-au folosit instrumentele de modelare *Pad*, *Hole*, *Chamfer* şi *Pocket*, prezente în arborele de specificații, aşa cum rezultă şi din figura 3.145.

3.5.3. Crearea unei biele

În lanțurile cinematice principale mecanice, cu mişcare rectilinie alternativă, se folosesc ca mecanisme cu autoinversare, mecanismul cu bielă-manivelă şi mecanismul cu culisă oscilantă. Astfel, acestea transformă mişcarea circulară continuă în mişcare rectilinie alternativă.

Mecanismul cu bielă-manivelă este format din: batiu, manivelă, bielă şi culisă, având în structură trei cuple de rotație şi o cuplă de translație. Biela este elementul în mişcare de rototranslație.

În această aplicație se prezintă metodologia de modelare a unei biele (figura 3.146).

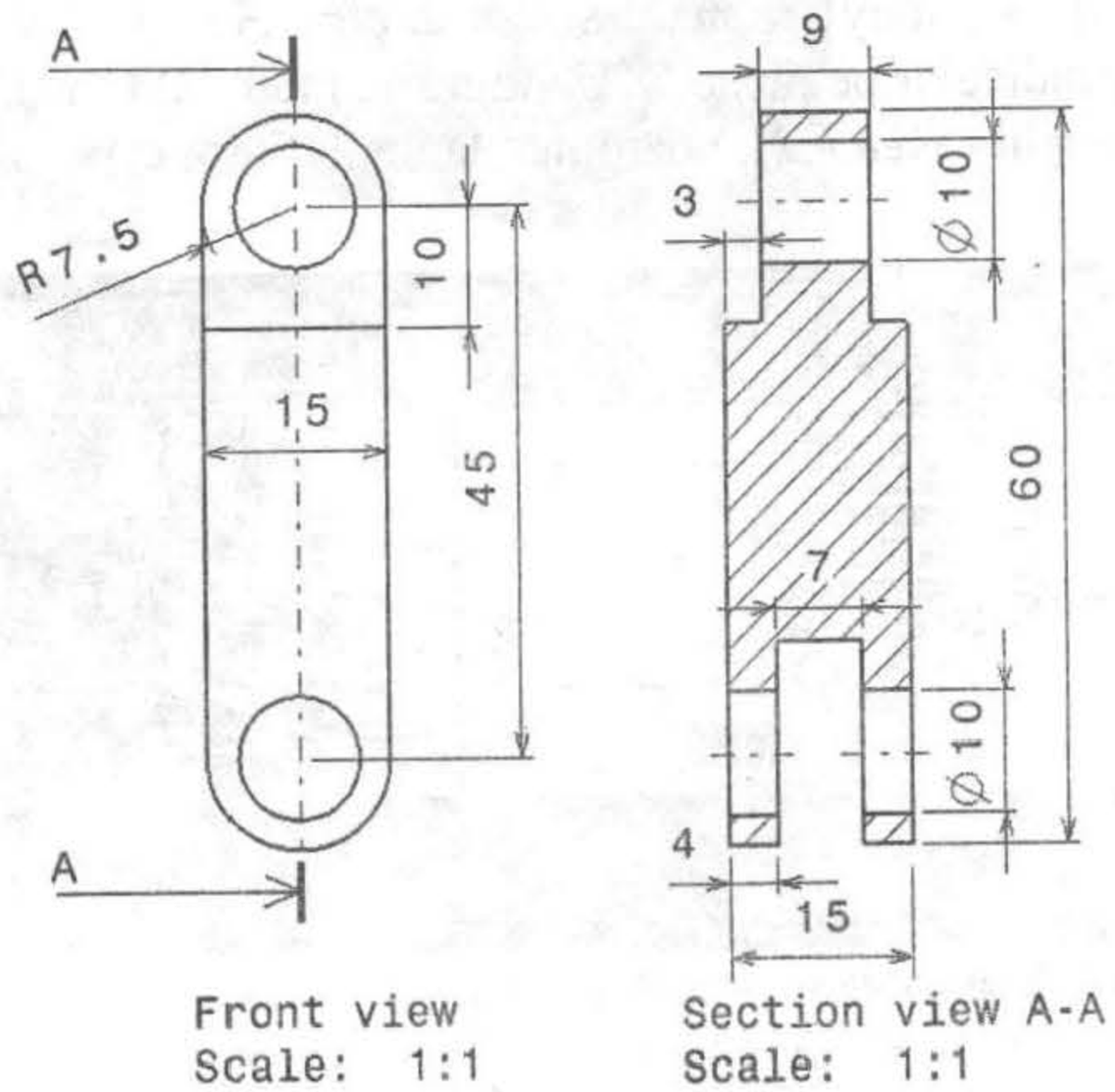


Fig. 3.146. Desenul de execuţie al bielei

Utilizând modulul CATIA Sketcher, în planul XY se trasează, cu ajutorul instrumentului de schiţare *Elongated Hole*, profilul *Sketch.1* din figura 3.147. Acesta are centrul geometric în originea sistemului de coordonate şi, prin constrângere, următoarele valori: distanţa între centrele semicercurilor de la capete, de 45 mm, distanţele între aceste centre şi centrul geometric al profilului, de 22,5 mm şi lăţimea profilului, de 15 mm.

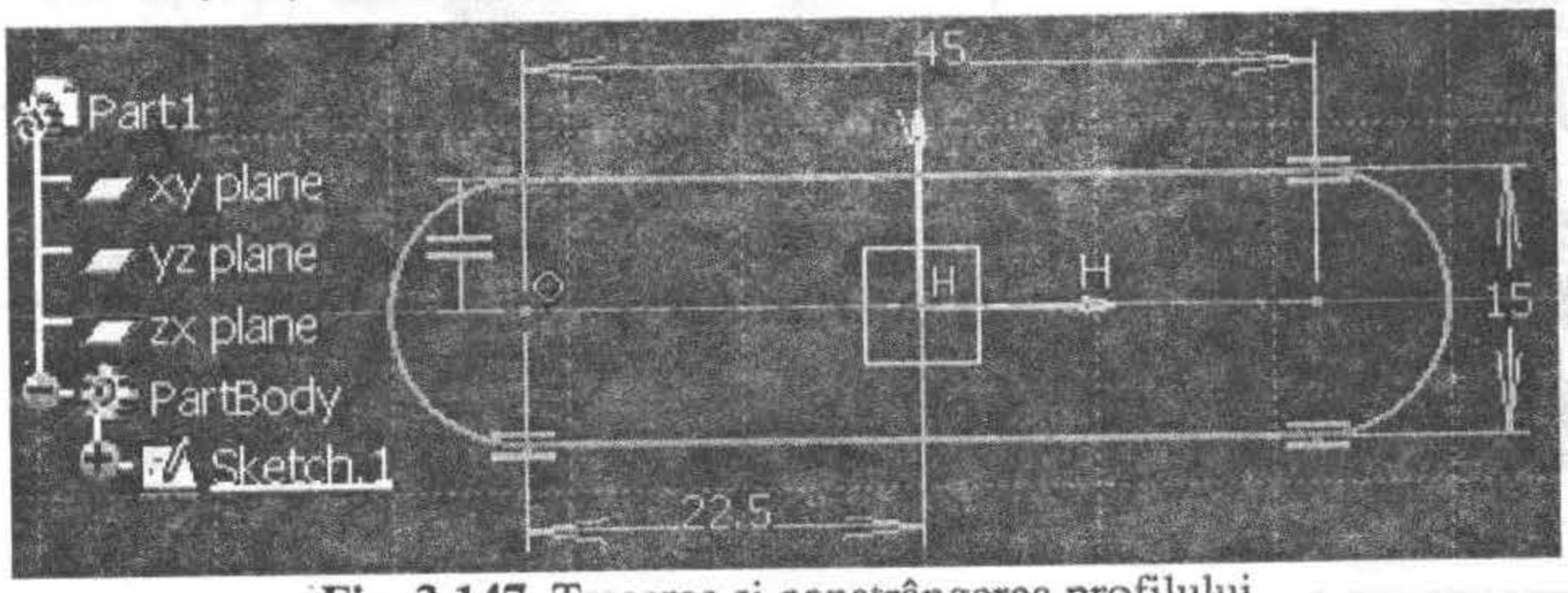


Fig. 3.147. Trasarea şi constrângerea profilului

Se extrudează acest profil cu o valoare de 15 mm, utilizând instrumentul de modelare *Pad* din modulul CATIA Part Design şi se obţine corpul (*Pad.1*), reprezentat în figura 3.148.

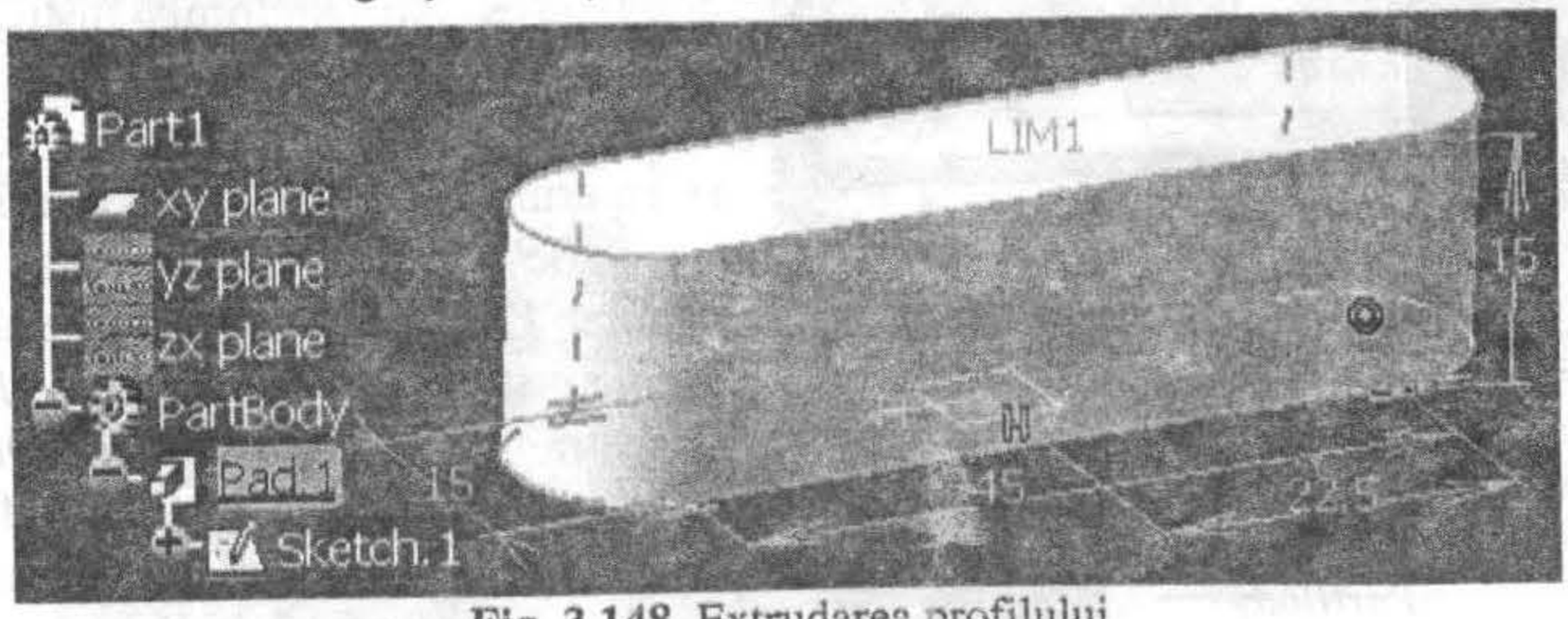


Fig. 3.148. Extrudarea profilului

Din meniul [Insert] -> [Body] se mai adaugă în arborele de specificații un corp (*Body.2*). Astfel, în planul ZX, perpendicular pe planul XY, utilizând modulul CATIA Sketcher, se desenează și se constrânge un dreptunghi (*Sketch.2*), poziționat la unul dintre capetele primului corp, așa cum rezultă din figura 3.149.

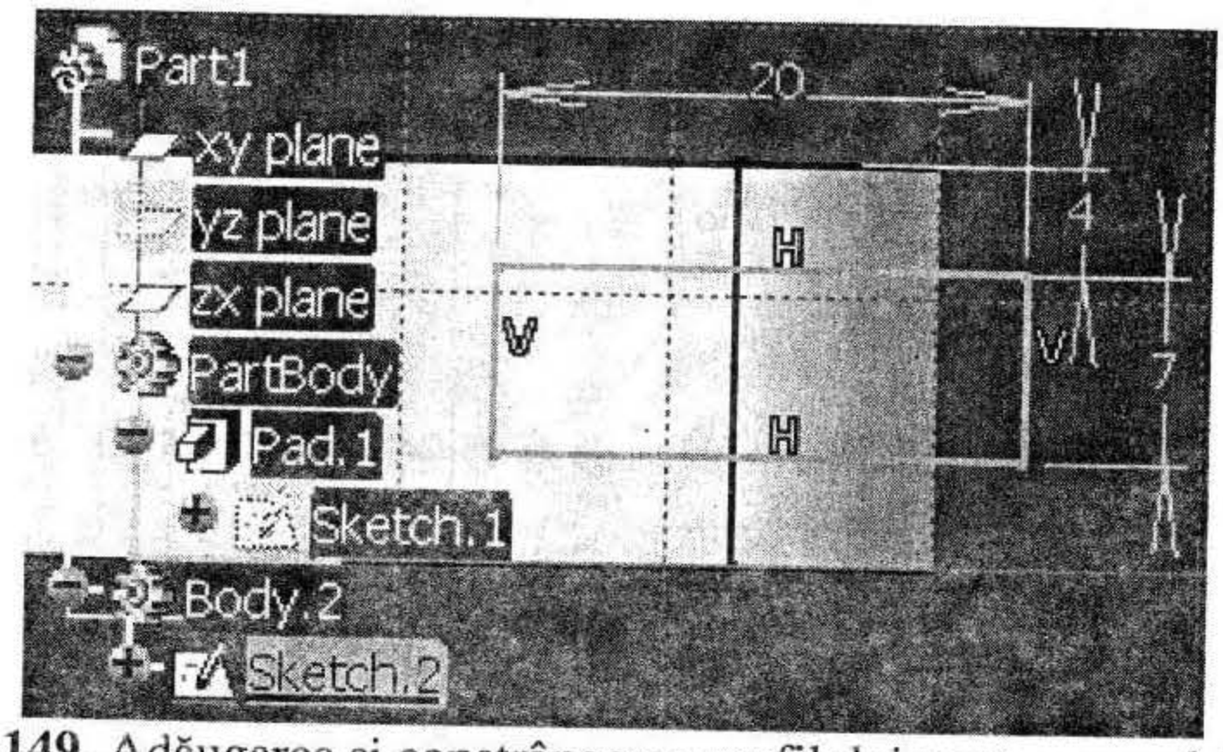


Fig. 3.149. Adăugarea și constrângerea profilului pentru corpul *Body.2*

- Profilul dreptunghiular (*Sketch.2*) se extrudează cu o valoare de câte 10 mm, de ambele părți ale planului ZX, bifând opțiunea "*Mirrored extent*" din fereastra de dialog "*Pad Definition*". Se obține, astfel, al doilea corp, *Pad.2* (figura 3.150).

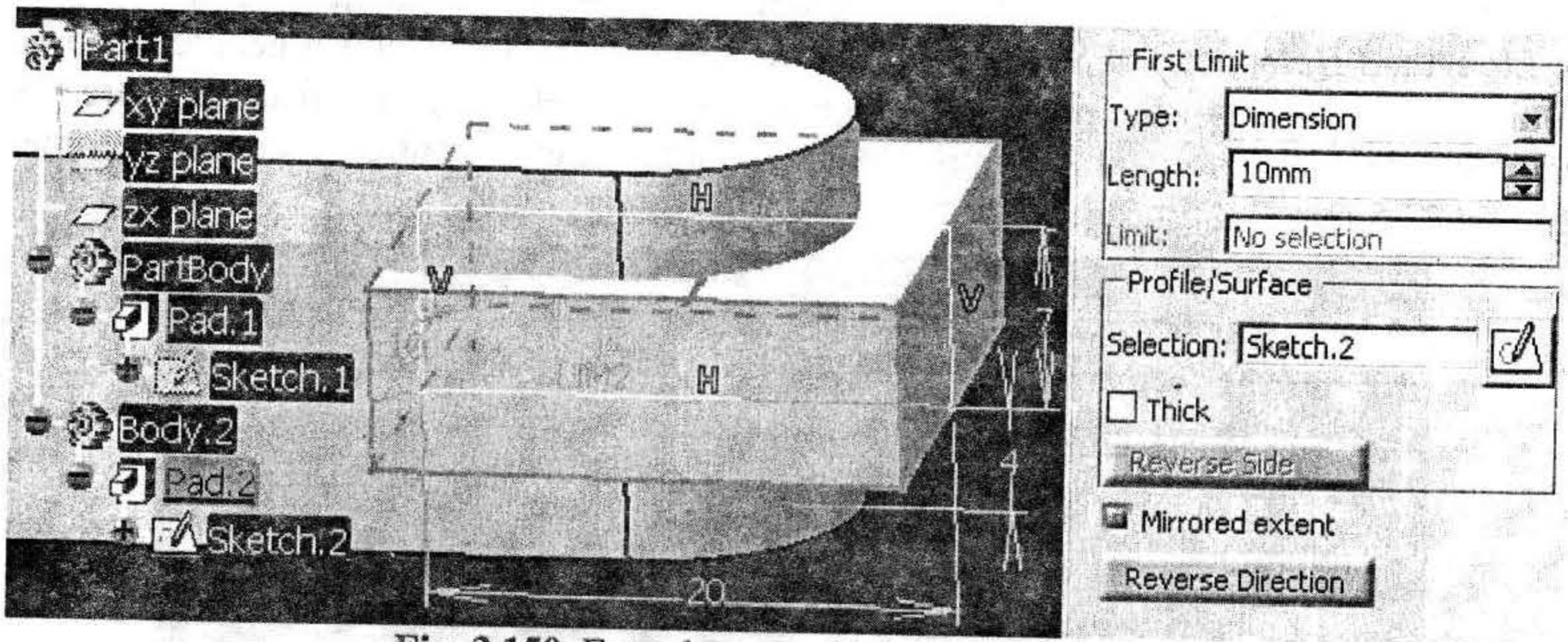


Fig. 3.150. Extrudarea profilului dreptunghiular

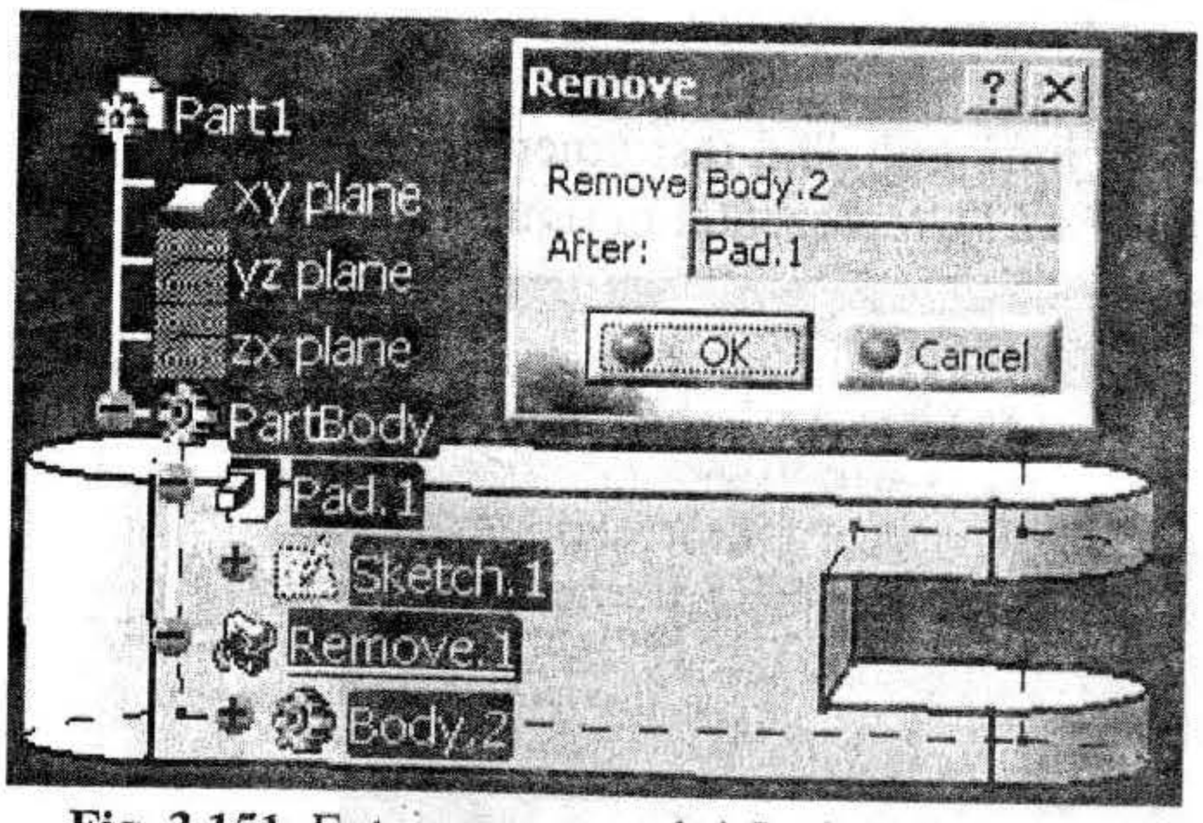


Fig. 3.151. Extragerea corpului *Body.2* din corpul *PartBody*

Cele două corpuri, prezente în arborele de specificații, sunt perpendiculare și vor fi utilizate împreună într-o operație booleană. În continuare, cu ajutorul instrumentului de modelare boolean *Remove*, se extrage corpul *Body.2* (*Pad.2*) din corpul *PartBody* (*Pad.1*), și, ca urmare, rezultă corpul din figura 3.151.

Se selectează suprafața superioară a copului *PartBody* (cea care se află în planul XY) și se apasă pictograma "*Hole*", iar în fereastra de dialog "*Hole Definition*" se stabilește adâncimea găurii ca fiind "*Up To Last*", cu diametrul de 10 mm și axa normală pe suprafață (figura 3.152).

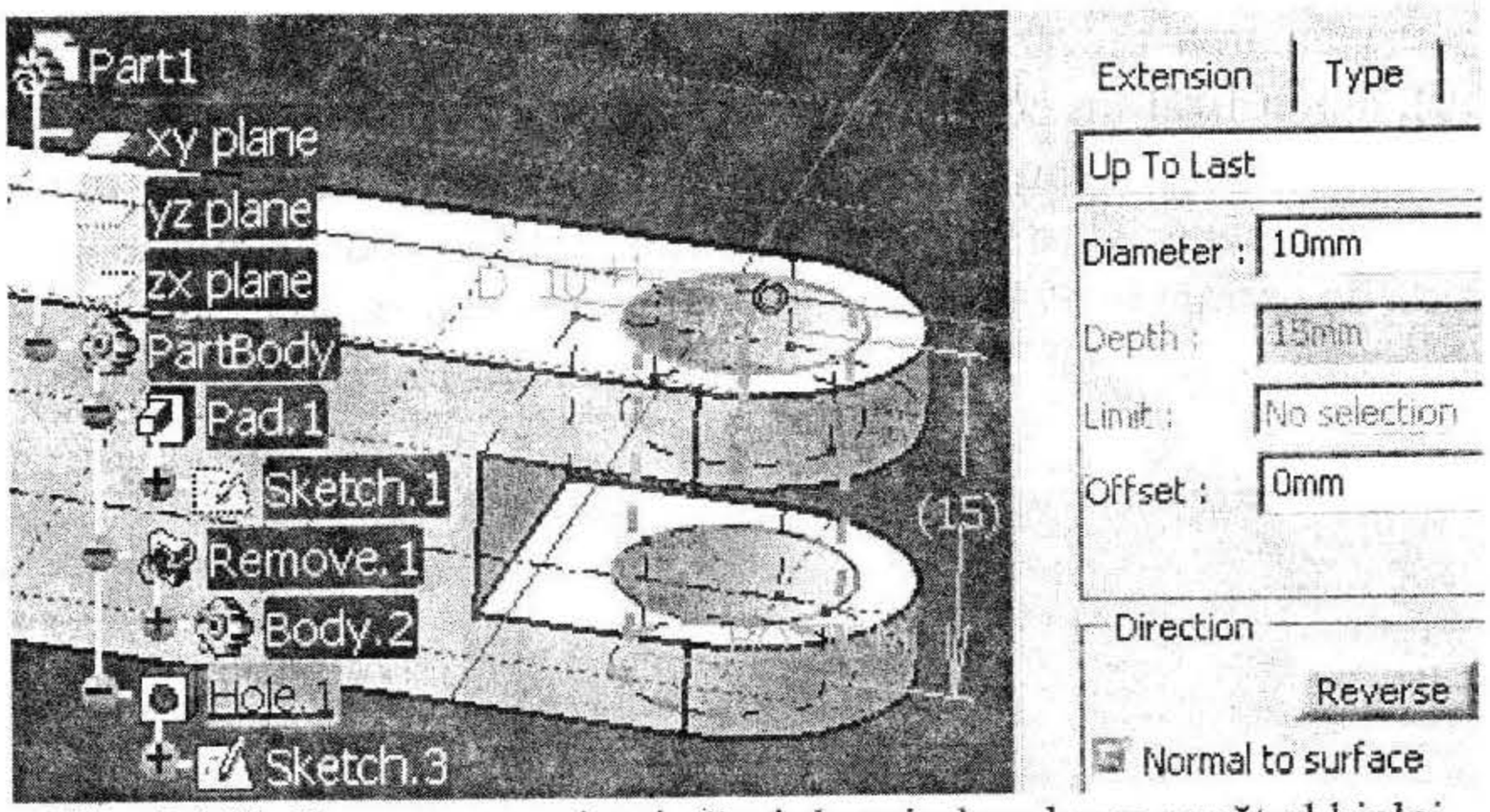


Fig. 3.152. Executarea primei găuri de prindere la un capăt al bielei

Centrul găurii (*Hole.1*) se află în planul XY şi se poziţionează prin constrângere de concentricitate cu semicercul profilului *Sketch.1*. La celălalt capăt al bielei, în planul ZX, perpendicular pe planul XY, utilizând modulul CATIA Sketcher, se desenează şi se constrâng două dreptunghiuri identice, aşa cum rezultă din figura 3.153.

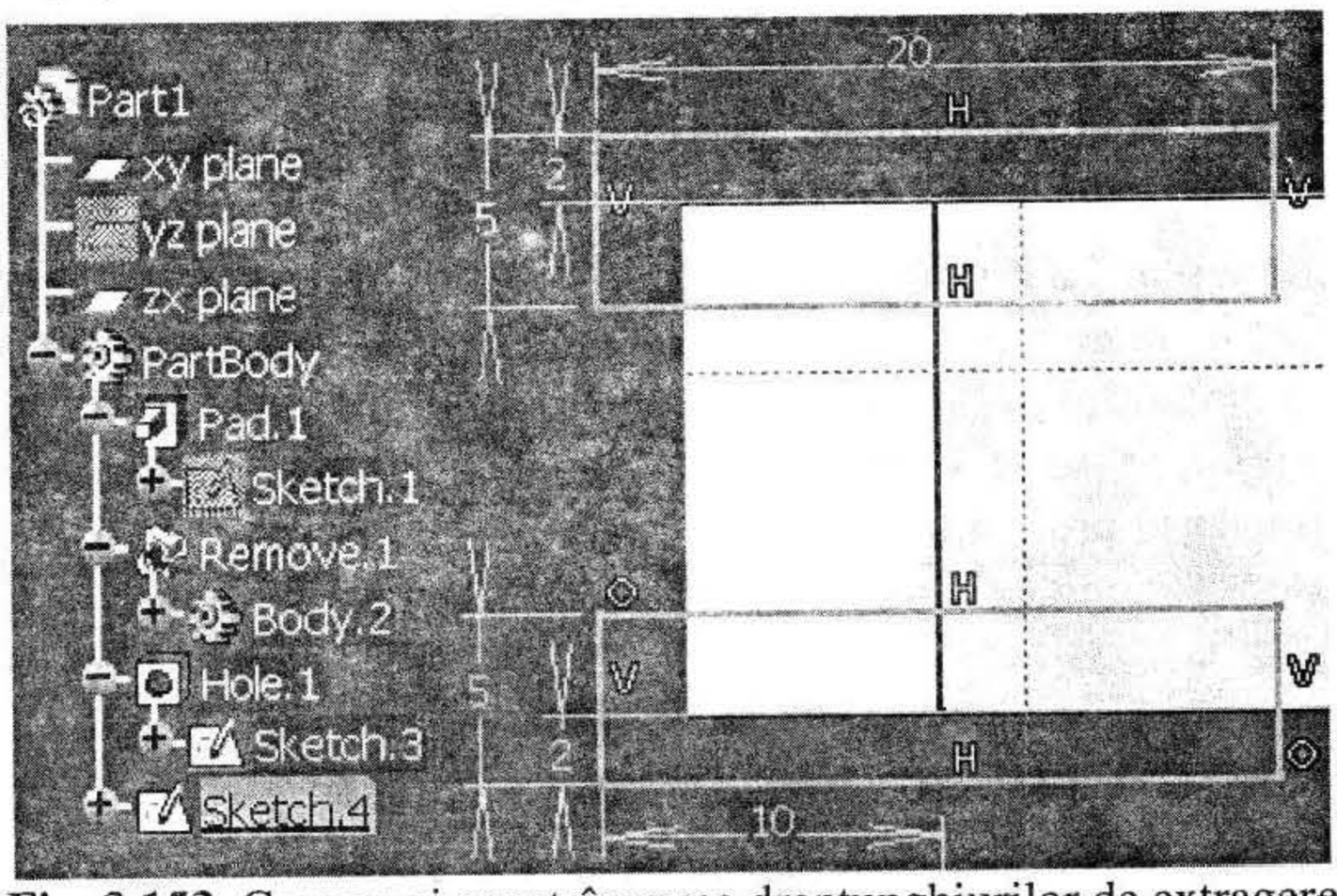


Fig. 3.153. Crearea şi constrângerea dreptunghiurilor de extragere

Dreptunghiurile respective (*Sketch.4*) se vor utiliza împreună cu instrumentul de modelare *Pocket* pentru a extrage volumele corespunzătoare de material din corpul bielei (figura 3.154).

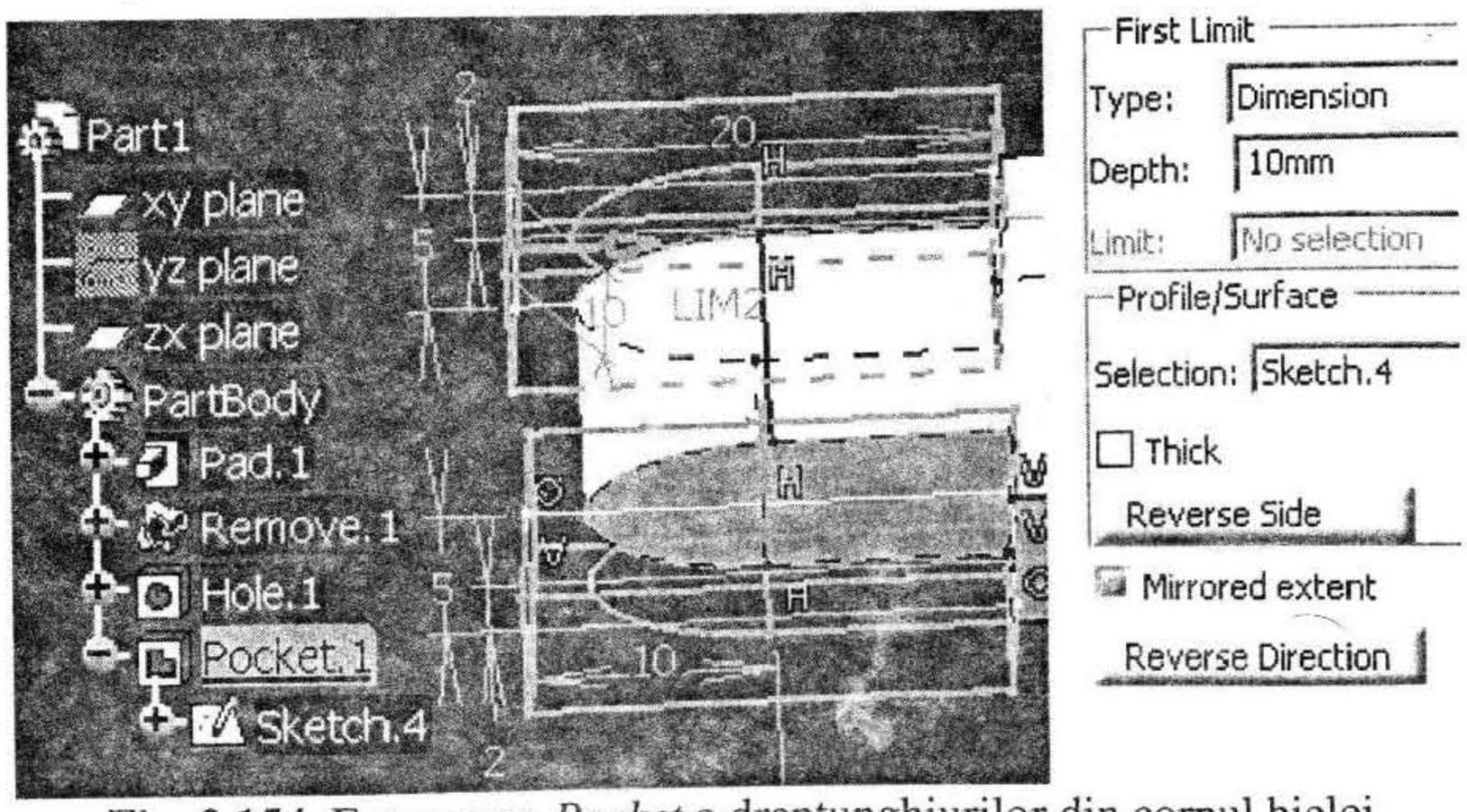


Fig. 3.154. Extragerea *Pocket* a dreptunghiurilor din corpul bielei

Se impune următoarea precizare: în cazul primei extrageri a unui dreptunghi din corpul bielei (figura 3.150), s-a utilizat un corp suplimentar (*Body.2*), ca element într-o operaţie booleană. În al doilea caz, (figura 3.153), s-au extras două dreptunghiuri din corpul bielei, dar cu ajutorul instrumentului de modelare *Pocket*, fără a mai apela la două corpuri suplimentare. Deşi rezultatele sunt similare, metoda de extragere *Pocket* este mai simplă şi mai rapidă.

După îndepărtarea volumului de material, prin metoda *Pocket*, şi la acest capăt se execută o gaură de prindere.

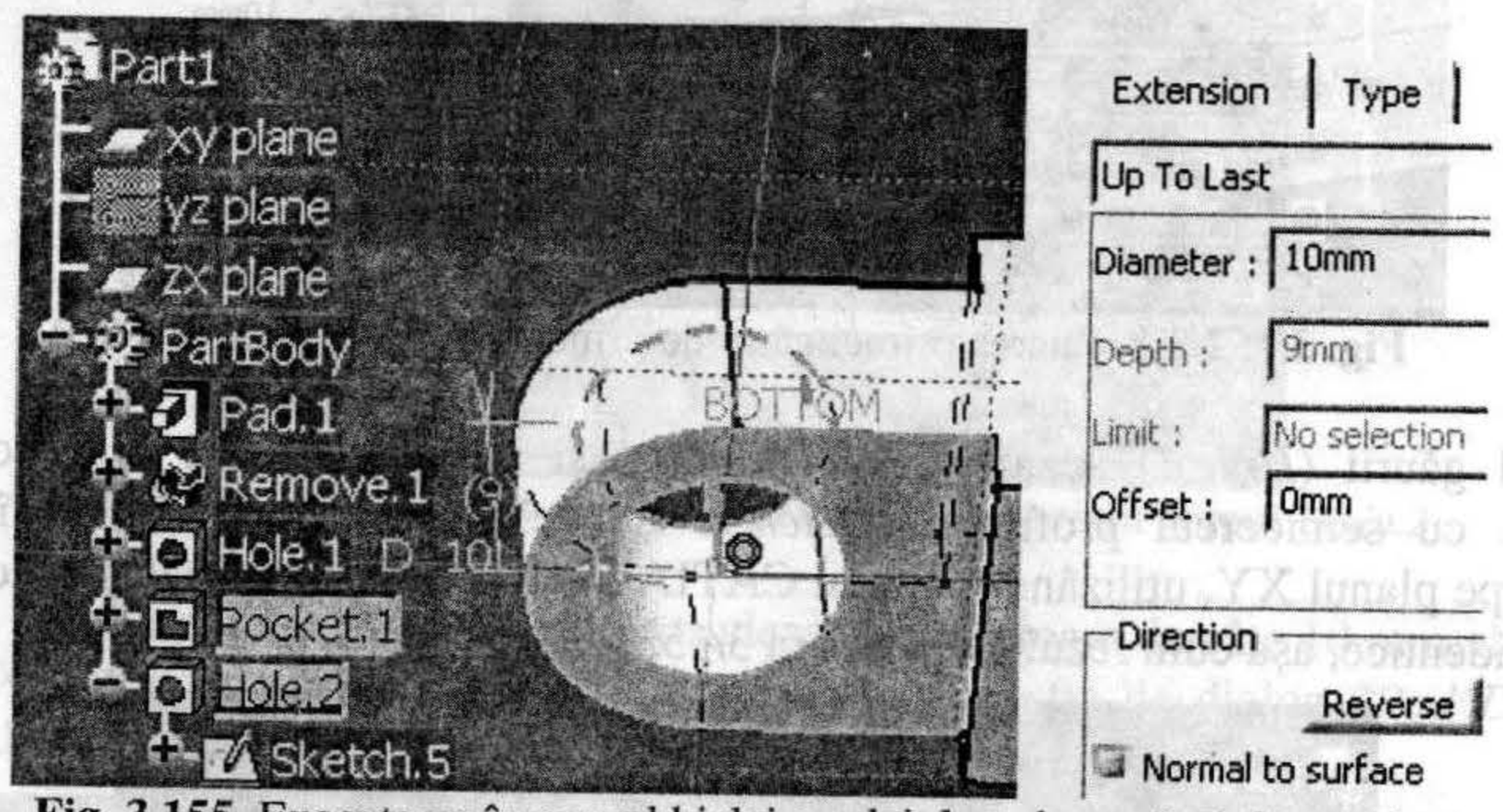


Fig. 3.155. Executarea în corpul bielei a celei de-a doua găuri de prindere

Se selectează faţa plană a corpului bielei (obţinută prin îndepărtarea materialului) şi se apasă pictograma "*Hole*", iar în fereastra de dialog "*Hole Definition*" se stabileşte adâncimea găurii ca fiind "*Up To Last*", cu diametrul de 10 mm şi normală pe suprafaţă (figura 3.155).

Centrul găurii (*Hole.2*) se află pe faţa plană selectată şi a fost poziţionat prin constrângere de concentricitate cu semicercul profilului *Sketch.1*.

În urma tuturor operaţiilor efectuate în această aplicaţie rezultă corpul final al bielei, reprezentat în figura 3.156.

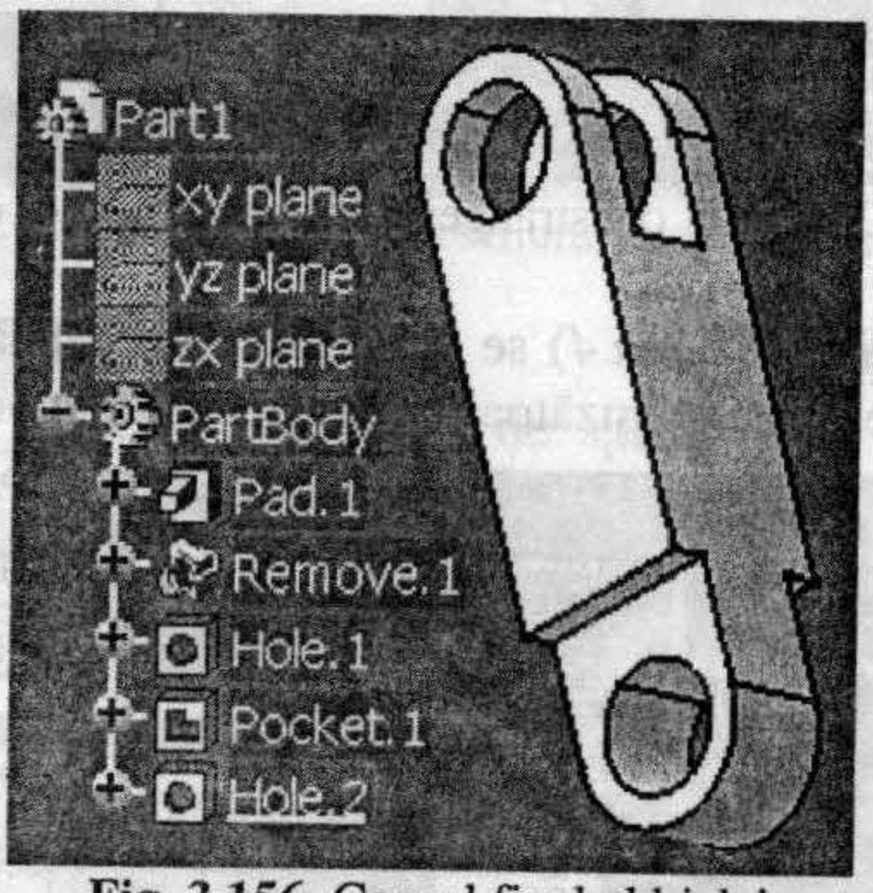


Fig. 3.156. Corpul final al bielei

Pentru crearea bielei din această aplicaţie, au fost folosite instrumentele de modelare *Pad*, *Hole*, *Remove* şi *Pocket*, aşa cum rezultă şi din arborele de specificaţii.

3.5.4. Crearea unui corp de robinet

În această aplicație se prezintă modul de obținere a unui corp de robinet (figura 3.157) cu cep. Semifabricatul din care se prelucrează piesa respectivă se obține prin turnare.

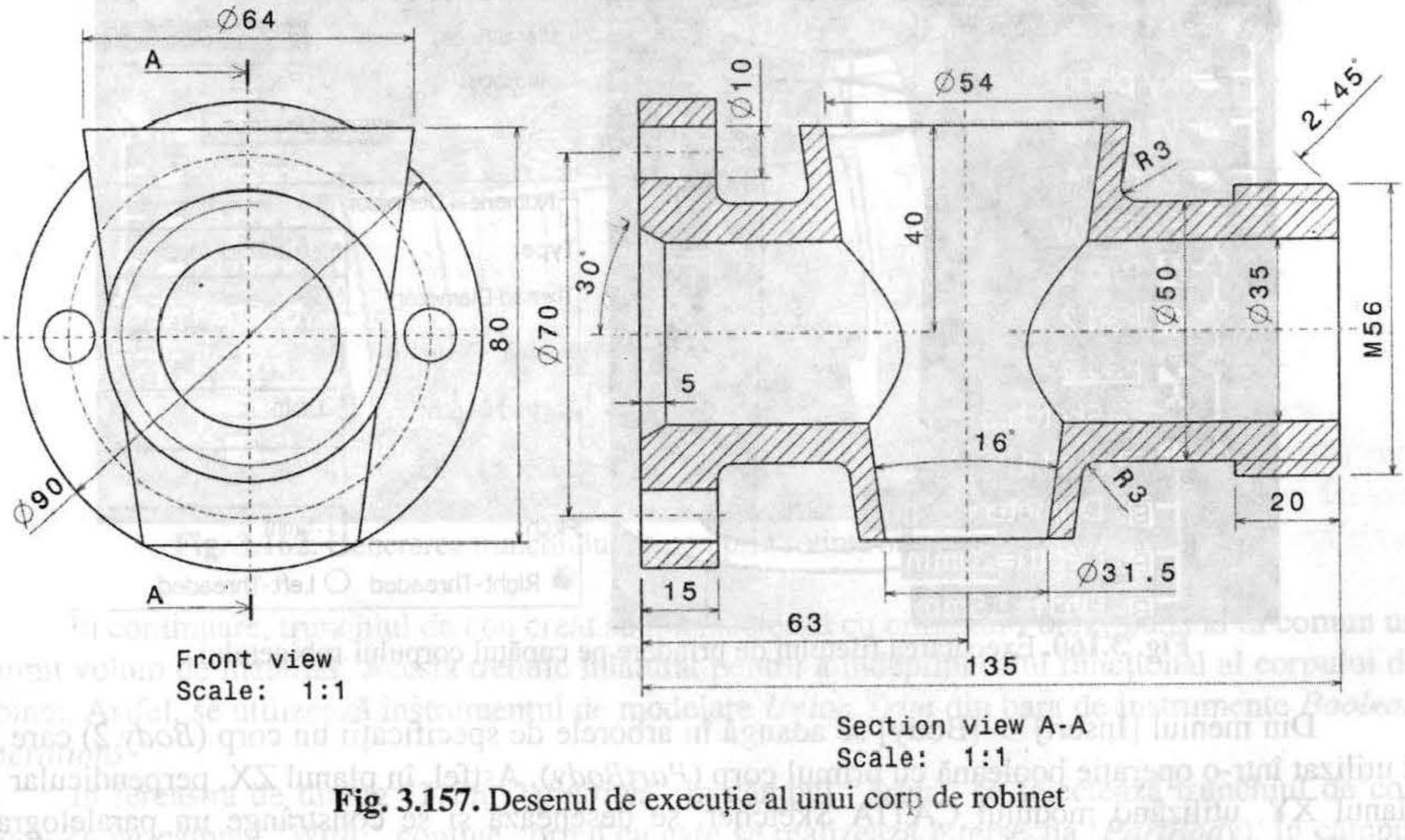


Fig. 3.157. Desenul de execuție al unui corp de robinet

În modulul CATIA Sketcher, pe planul XY (figura 3.158), se trasează un cerc, având centrul în originea sistemului de coordonate şi, prin constrângere, diametrul de 90 mm.

Utilizând instrumentul de modelare *Pad* din modulul CATIA Part Design se extrudează cercul, cu o valoare de 15 mm, obținându-se un cilindrul *Pad.1*, reprezentând corpul flanşei de prindere.

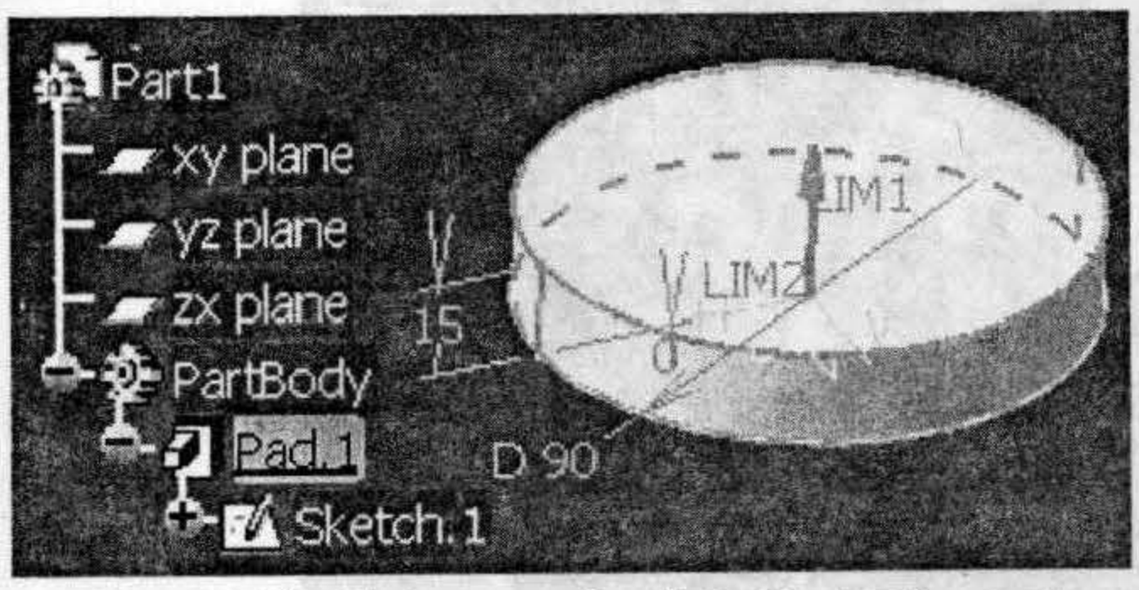


Fig. 3.158. Obținerea primului cilindru (corpul flanşei)

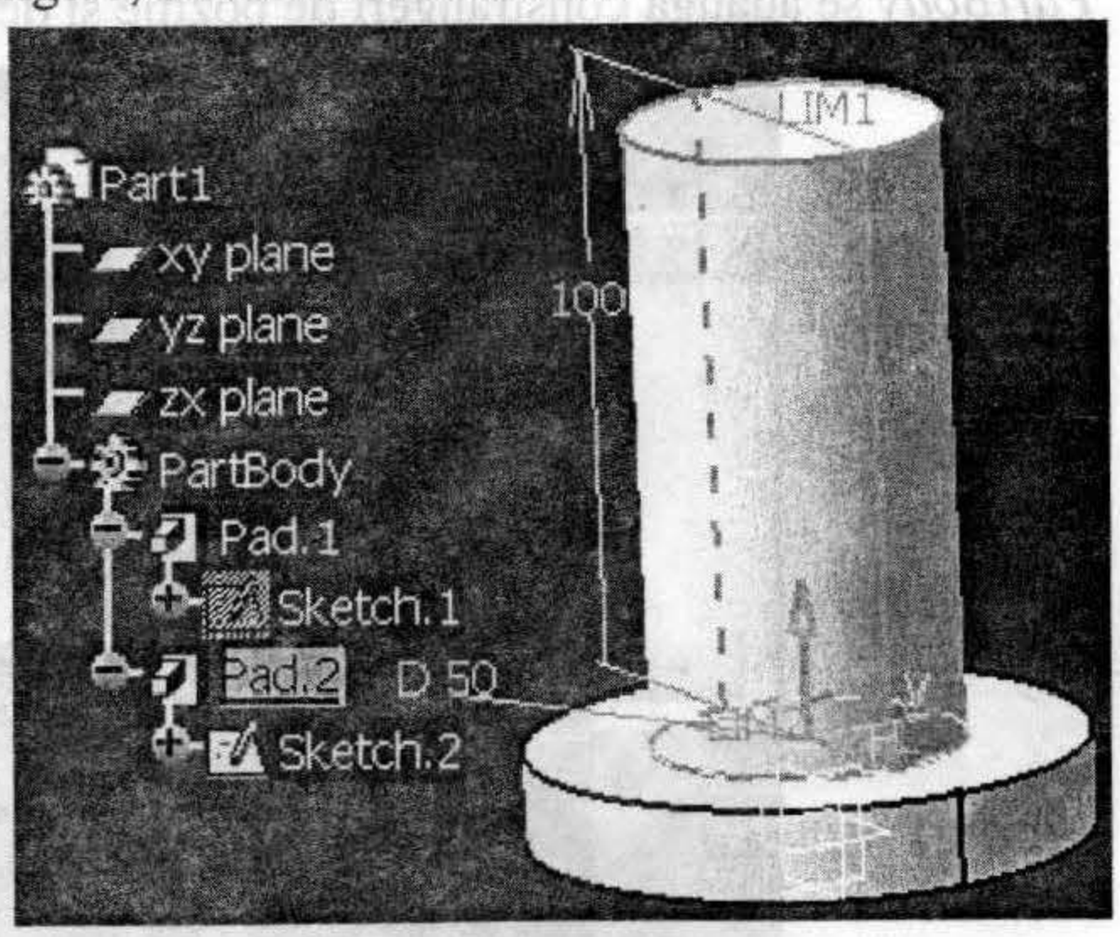


Fig. 3.159. Obținerea celui de-al doilea cilindru din corpul robinetului

Se selectează suprafața plană superioară a cilindrului respectiv, apoi, în modulul CATIA Sketcher se trasează un cerc (*Sketch.2*), concentric cu primul (*Sketch.1*), de diametru 50 mm. Cu ajutorul instrumentului de modelare *Pad* se extrudează şi acest cerc cu o valoare de 100 mm, în acelaşi sens cu prima extrudare. Rezultă, astfel, un al doilea cilindru (*Pad.2*), poziționat ca în figura 3.159. La capătul superior al celui de-al doilea cilindru (*Pad.2*) se creează un alt cilindru (*Pad.3*),

cu diametrul de 56 mm şi înălțimea de 20 mm, pe care se execută un filet metric de prindere (M56), cu ajutorul instrumentului de modelare *Thread/Tap* (figura 3.160).

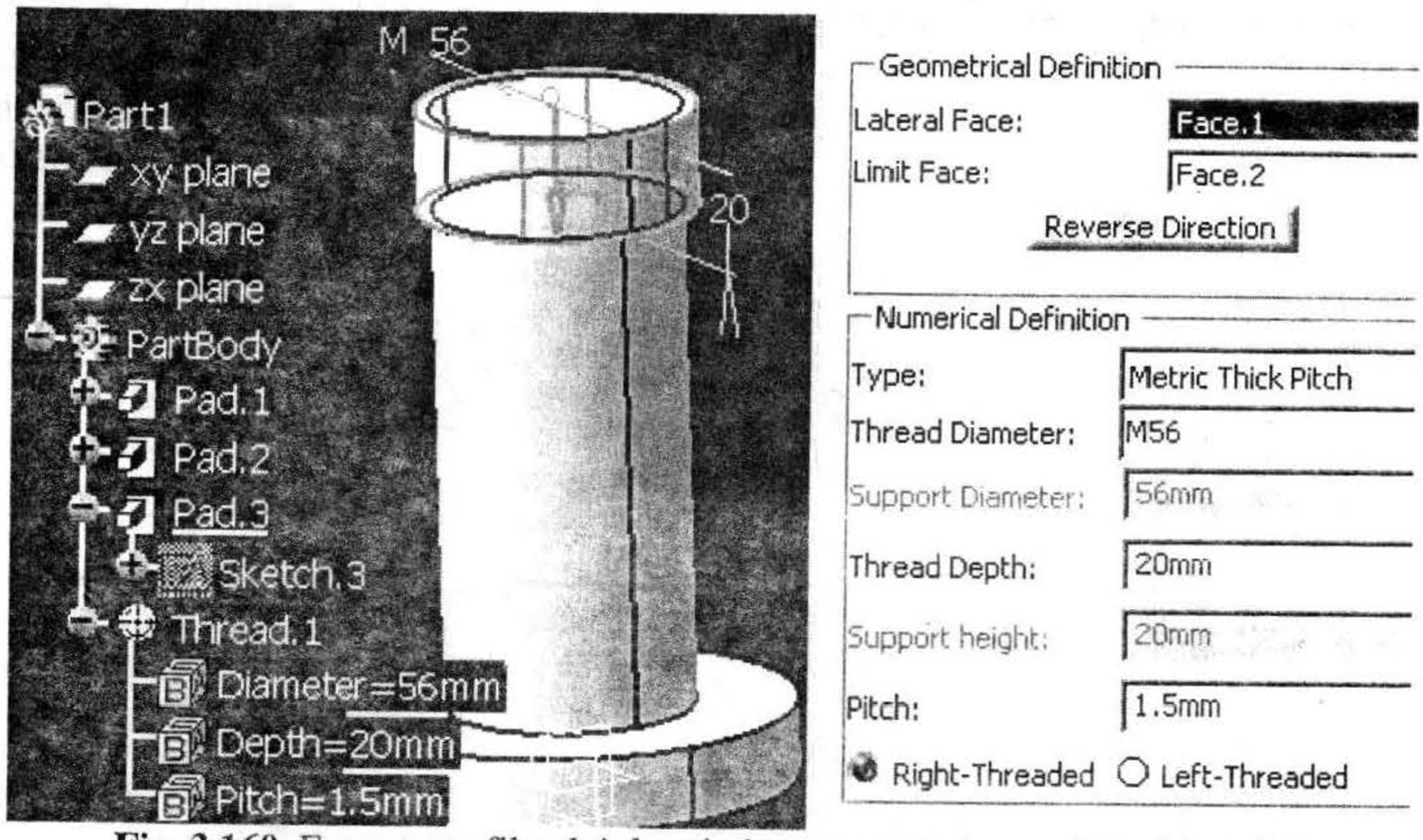


Fig. 3.160. Executarea filetului de prindere pe capătul corpului robinetului

Din meniul [Insert] -> [Body] se adaugă în arborele de specificații un corp (*Body.2*) care va fi utilizat într-o operație booleană cu primul corp (*PartBody*). Astfel, în planul ZX, perpendicular pe planul XY, utilizând modulul CATIA Sketcher, se desenează şi se constrânge un paralelogram (*Sketch.4*). De asemenea, în acelaşi plan se trasează şi o axă de simetrie, orizontală, aflată la distanța de 63 mm față de capătul cu flanşă al corpului de robinet. Între axă, paralelogram şi corpul *PartBody* se adaugă constrângeri de poziție şi de paralelism, aşa cum rezultă din figura 3.161.

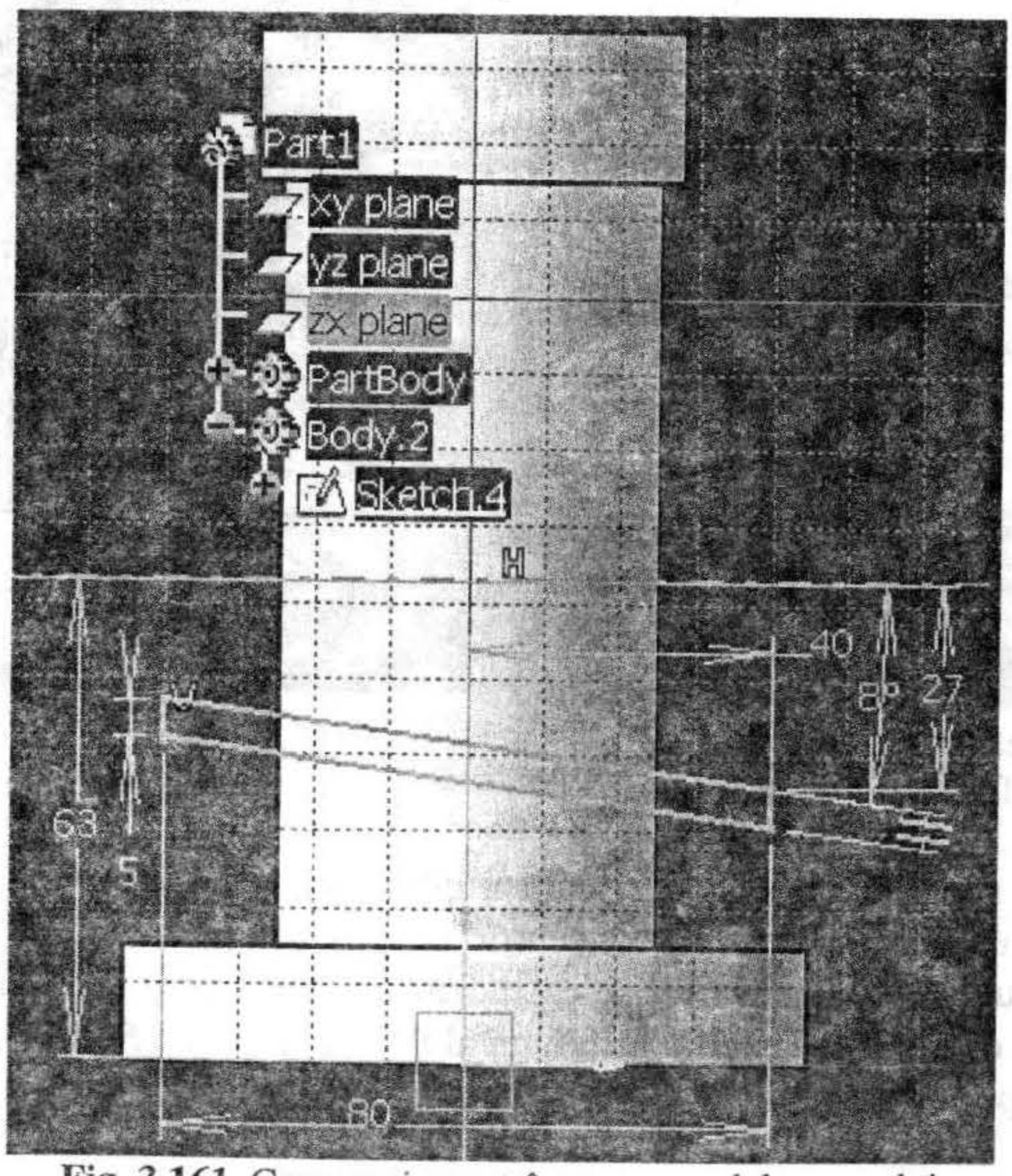


Fig. 3.161. Crearea şi constrângerea paralelogramului

Paralelogramul creat anterior se foloseşte pentru a obține un trunchi de con, prevăzut cu alezaj conic (figura 3.162), prin rotirea sa completă (360^0) în jurul axei trasate în planul ZX. În acest scop se utilizează instrumentul de modelare *Shaft* din modulul CATIA Part Design.

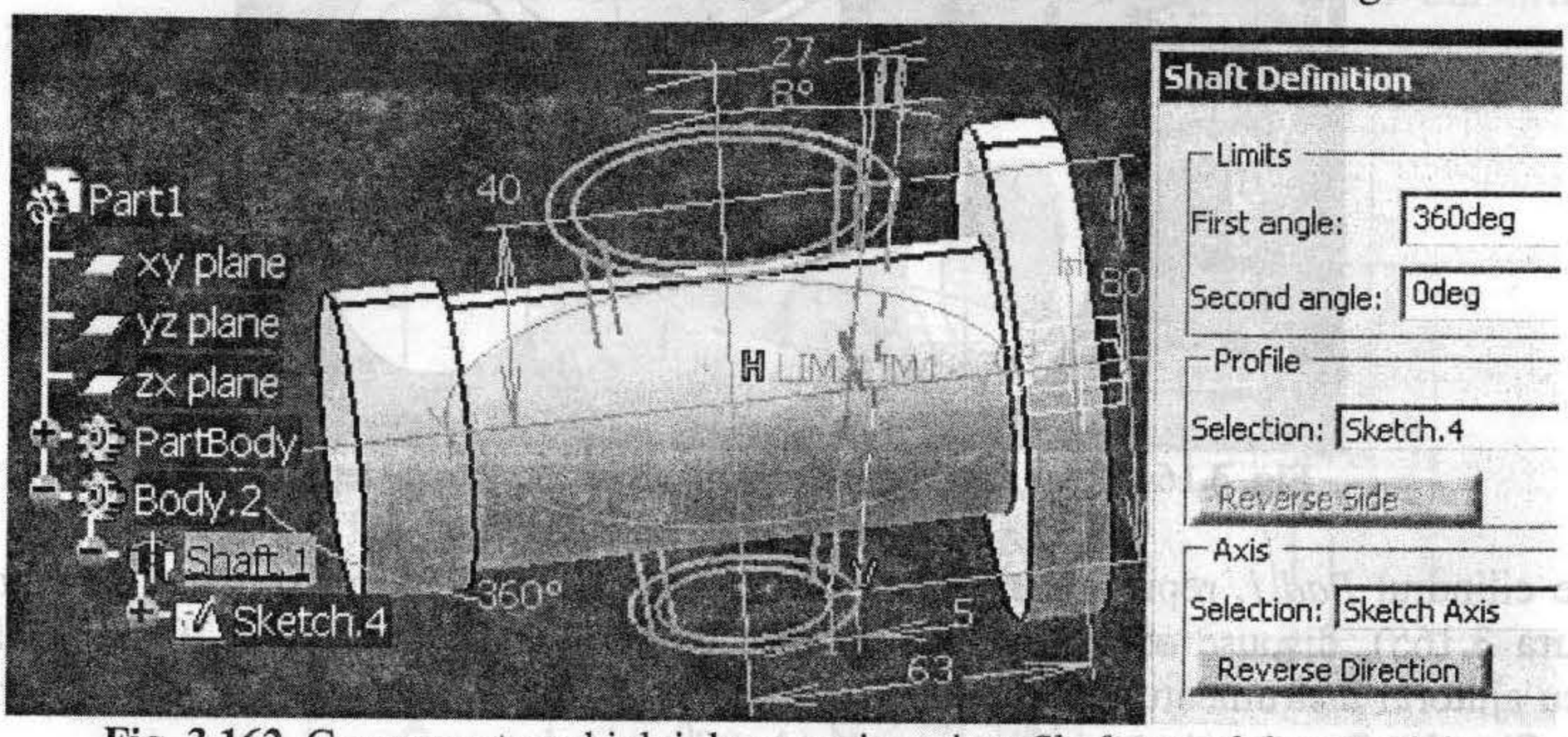


Fig. 3.162. Generarea trunchiului de con prin rotirea *Shaft* a paralelogramului

În continuare, trunchiul de con creat se intersectează cu cilindrul *Pad.2*, punând în comun un anumit volum de material. Acesta trebuie înlăturat pentru a îndeplini rolul funcțional al corpului de robinet. Astfel, se utilizează instrumentul de modelare *Union Trim* din bara de instrumente *Boolean Operations*.

În fereastra de dialog "*Trim Definition*", în câmpul "*Trim:*" se selectează trunchiul de con (*Body.2*), iar câmpul "*With:*" conține corpul cu care se realizează intersecția (*PartBody*). În câmpul "*Faces to remove:*" se selectează suprafața superioară a corpului ce reprezintă volumul de material ce se doreşte a fi înlăturat, iar câmpul "*Faces to keep:*" conține suprafața exterioară a trunchiului de con (figura 3.163).

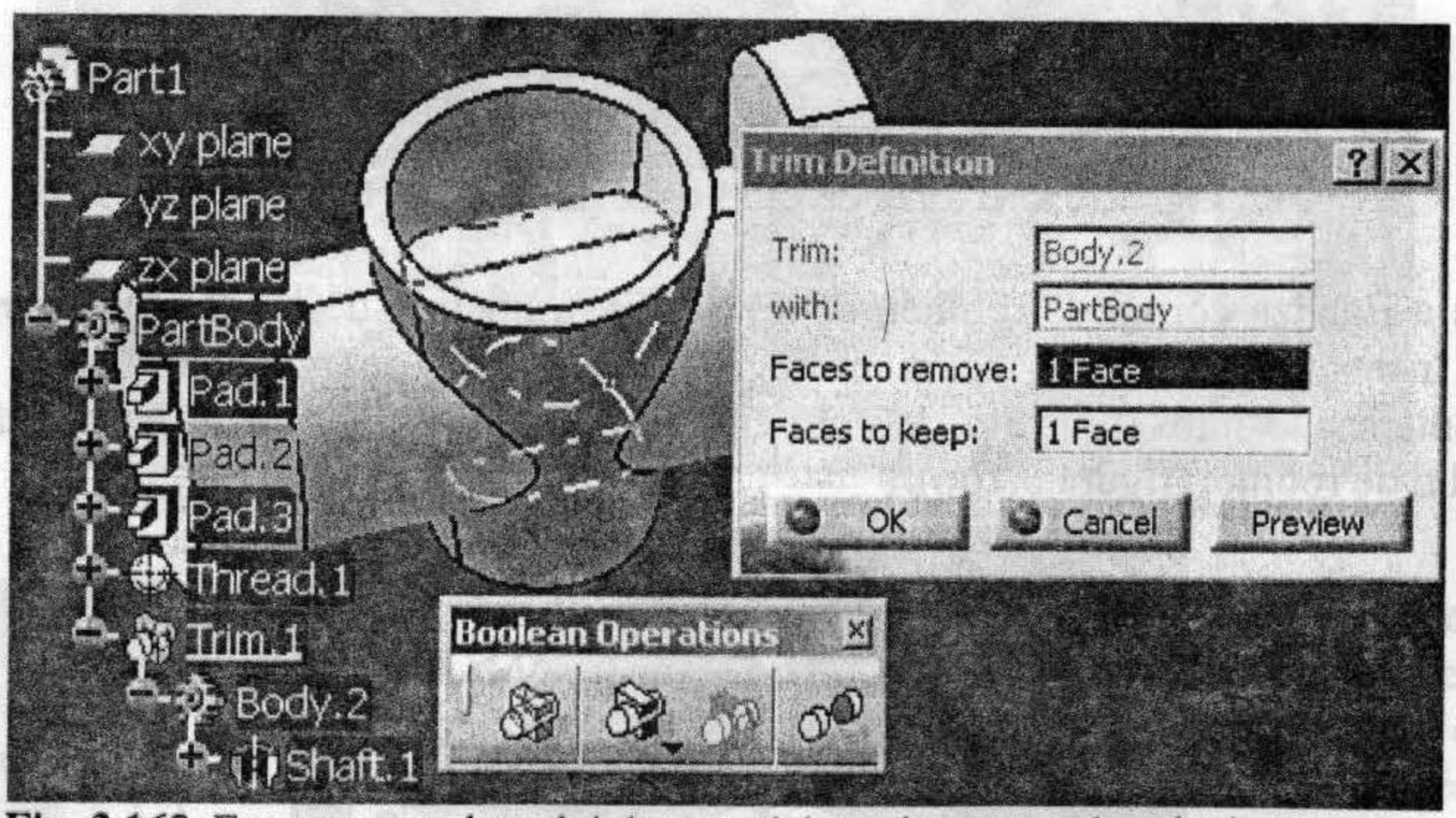


Fig. 3.163. Extragerea volumului de material pus în comun de cele două corpuri

În urma acestei operații rezultă alezajul conic, poziționat perpendicular pe axa corpului de robinet.

În continuare, se creează încă un alezaj, cilindric, orizontal, de diametru 35 mm, obținut cu ajutorul instrumentului de modelare *Hole*, în interiorul celor trei cilindri (*Pad.1*, *Pad.2* şi *Pad.3*), aşa cum rezultă din figura 3.164. De asemenea, la capătul dinspre flanşa de prindere, alezajul respectiv se teşeşte 5 x 30^0.

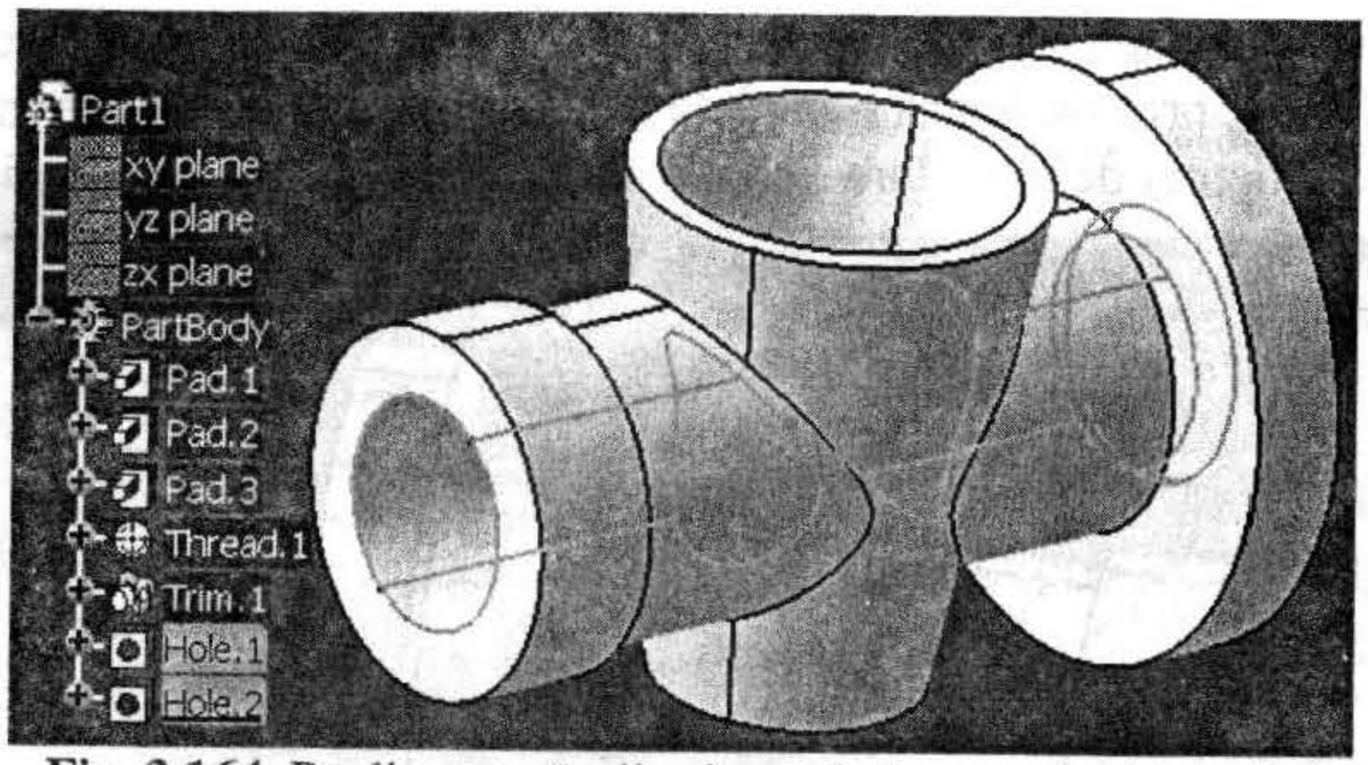


Fig. 3.164. Realizarea găurii orizontale în corpul robinetului

Pe cilindrul *Pad.1*, reprezentând flanșa de prindere, se execută patru găuri de diametru 10 mm (figura 3.165), dispuse echidistant pe un cerc purtător cu diametrul de 70 mm. Găurile se creează cu ajutorul instrumentului de modelare *Hole*, iar copierea și dispunerea, cu instrumentul de modelare *Circular Pattern* (4 găuri dispuse radial la 90^0).

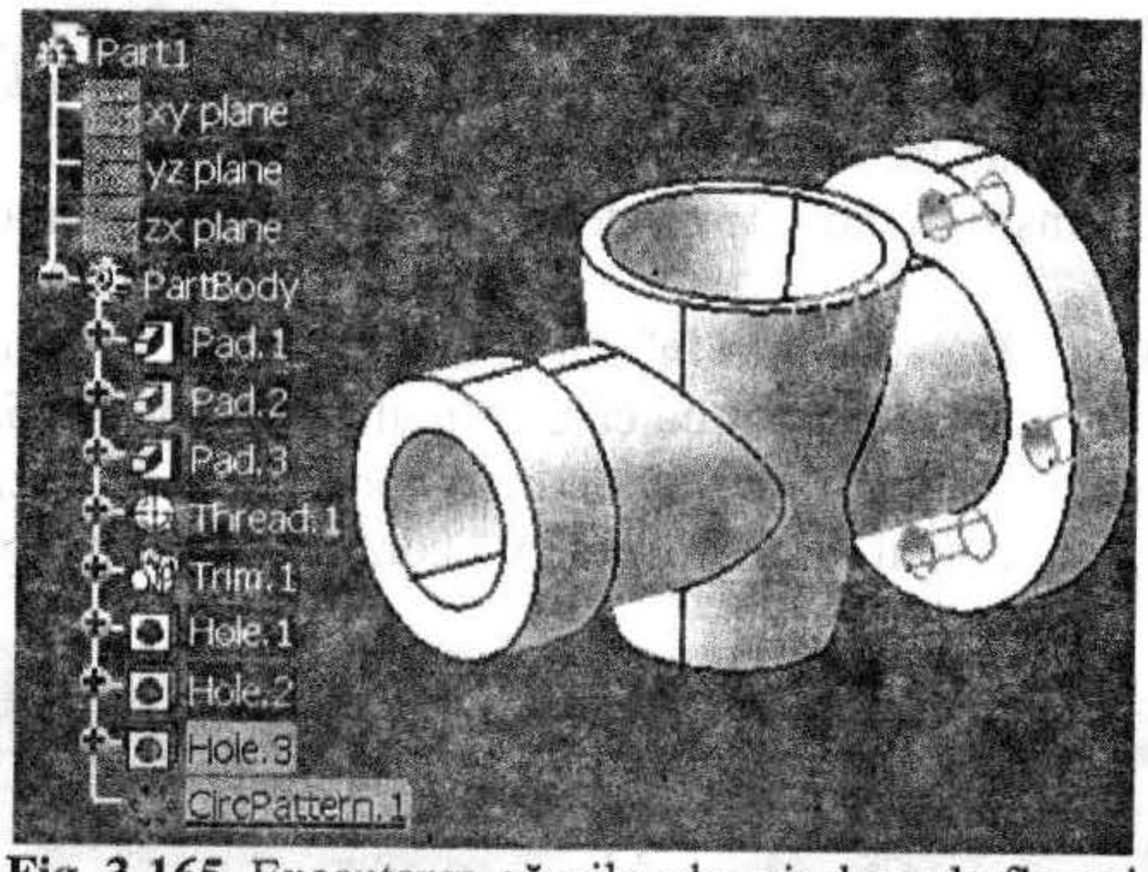


Fig. 3.165. Executarea găurilor de prindere ale flanșei

Pentru a finaliza corpul de robinet, se teșește (instrumentul de modelare *Chamfer*) muchia care conține începutul filetului și se racordează (instrumentul de modelare *Edge Fillet*) toate muchiile de intersecție între trunchiul de con, cilindrul *Pad.2* și flanșa *Pad.1*, rezultând modelul final al corpului de robinet (figura 3.166).

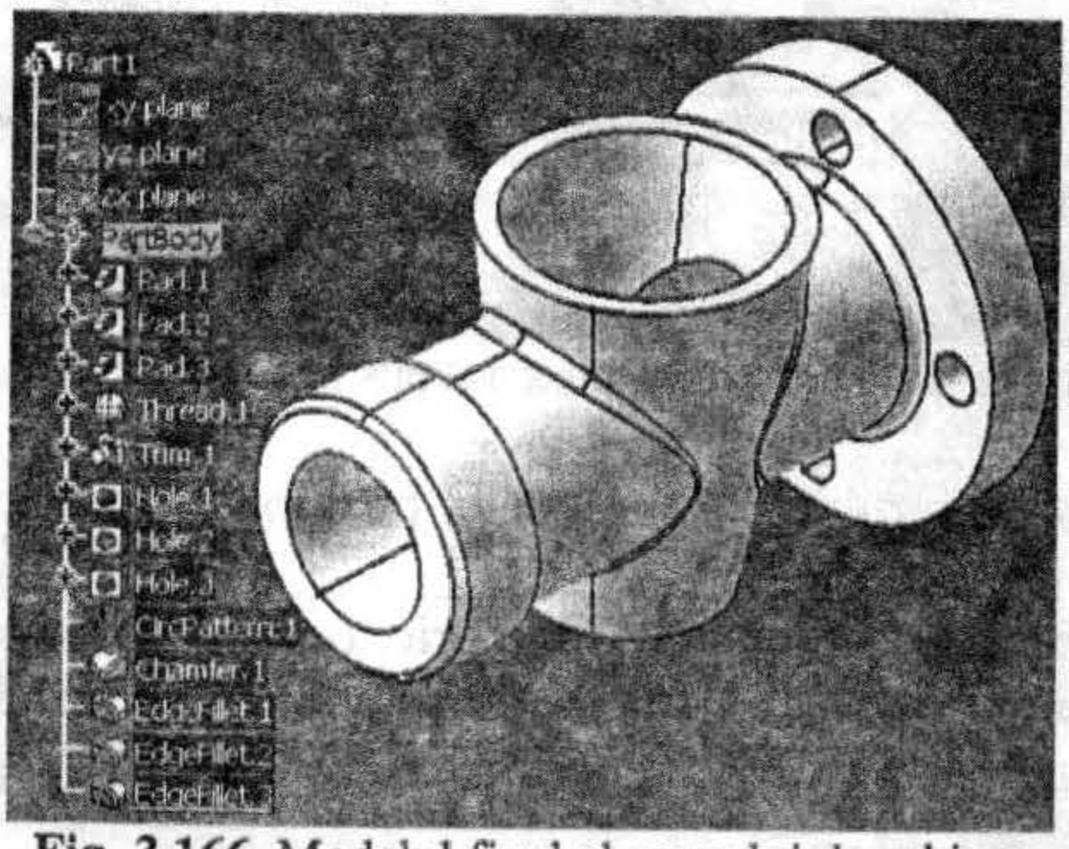


Fig. 3.166. Modelul final al corpului de robinet

3.5.5. Crearea unui suport

În această aplicație se prezintă modul de obținere al unei piese denumită suport (figura 3.167), a cărui semifabricat se realizează prin turnare. Suportul se compune din următoarele elemente: placă de susținere, placă de legătură, bucşă şi nervură.

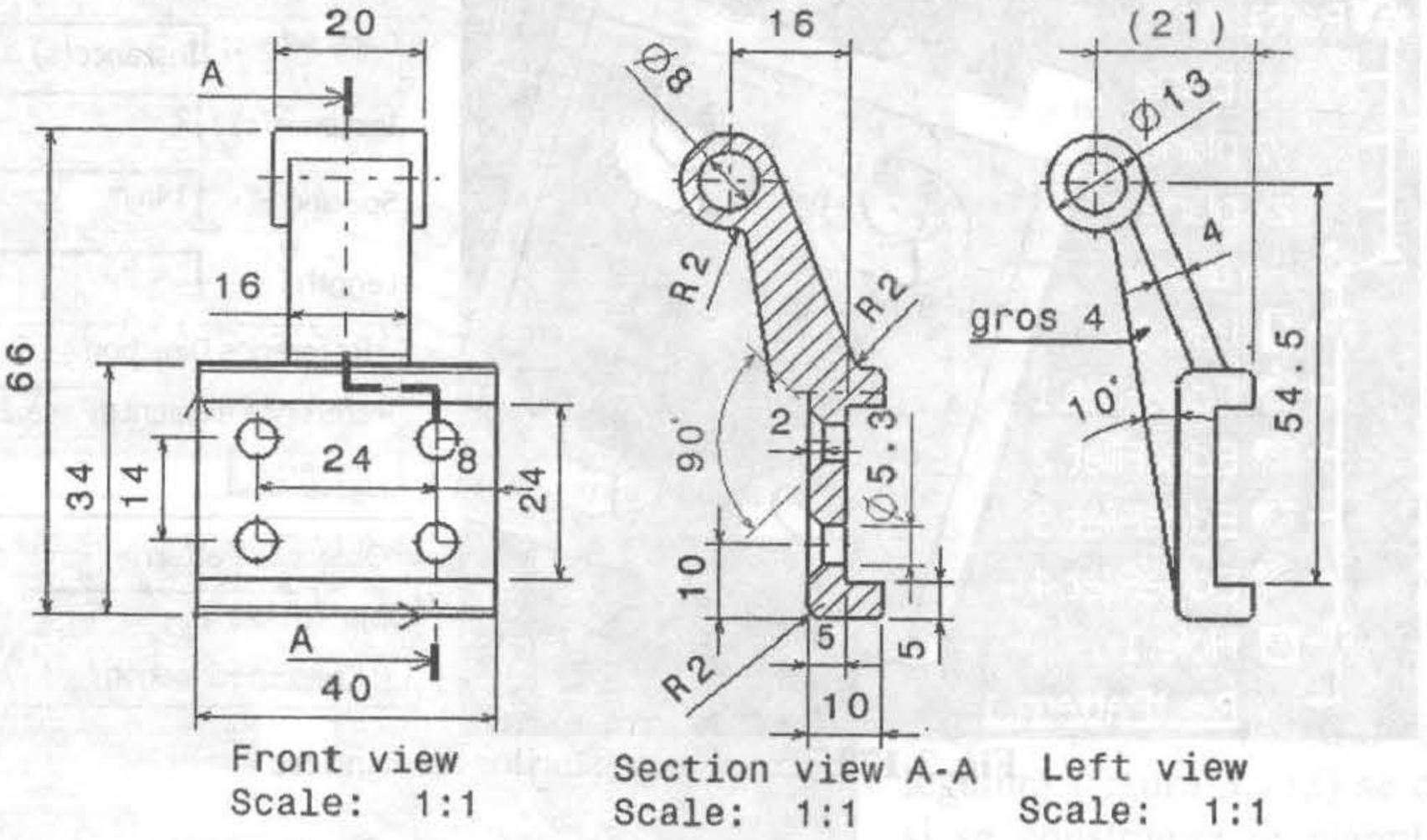


Fig. 3.167. Desenul de execuție al suportului

În modulul CATIA Sketcher, pe planul YZ, se trasează şi se constrânge profilul plăcii de susținere, reprezentat în figura 3.168. Se observă că sistemul de coordonate se află poziționat în colțul din stânga jos al profilului.

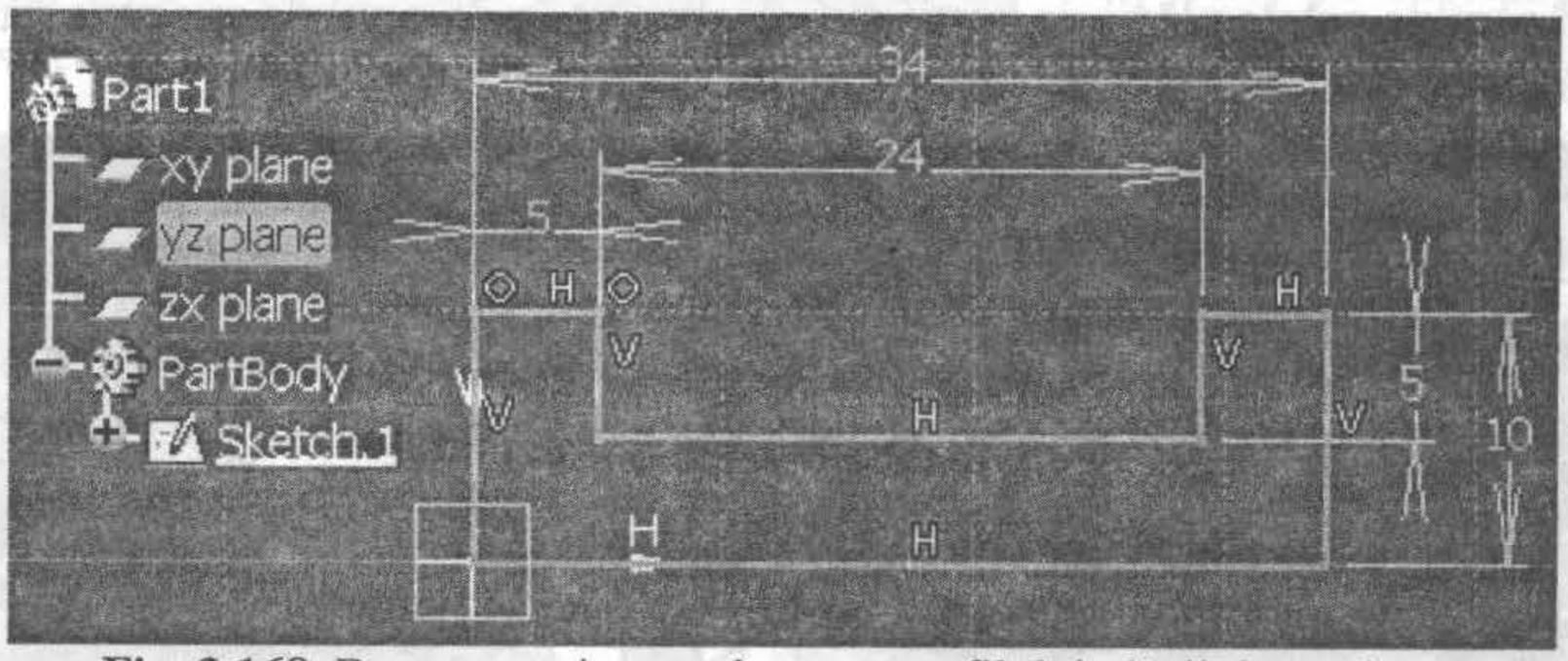


Fig. 3.168. Desenarea şi constrângerea profilului plăcii de susținere

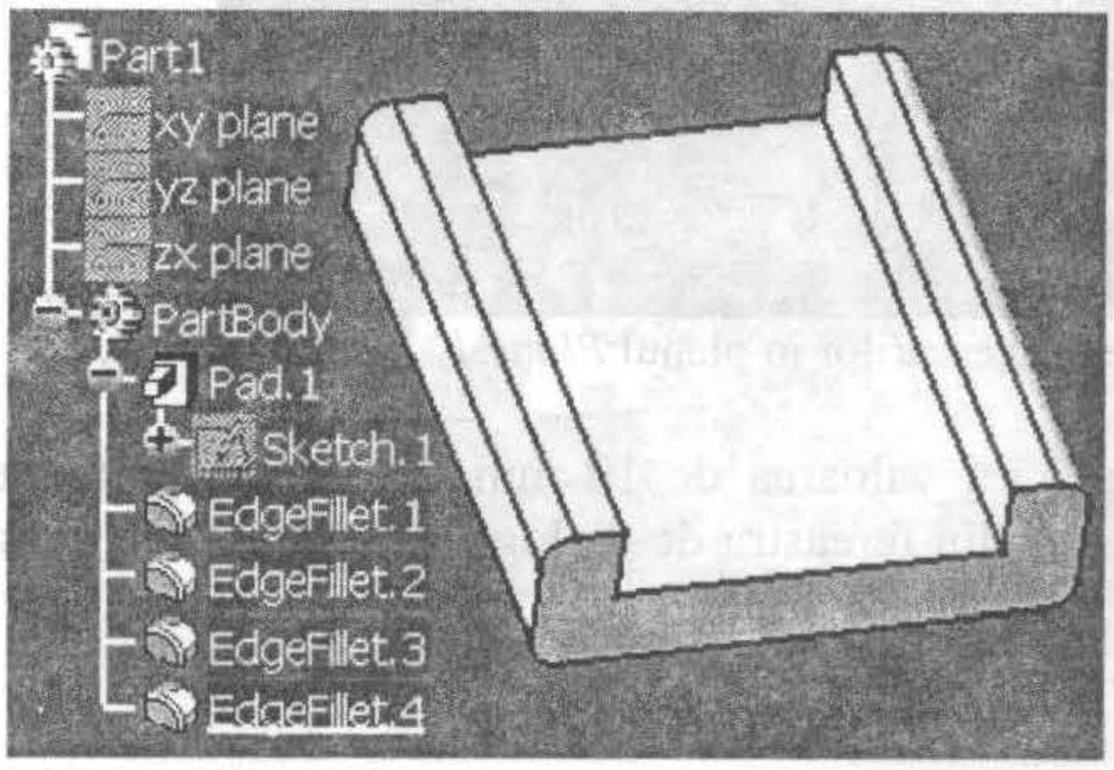


Fig. 3.169. Obținerea corpului plăcii de susținere

Utilizând instrumentul de modelare *Pad* din modulul CATIA Part Design, se extrudează acest profil cu o valoare de 40 mm, obținându-se corpul plăcii de susținere (*Pad.1*), reprezentat în figura 3.169. De asemenea, tot în această etapă se racordează (R2) patru din muchiile laterale ale plăcii.

În placă se execută patru găuri de prindere prevăzute cu teşitură la unul din capete. Pentru aceasta, se selectează fața de jos a plăcii şi se utilizează instrumentul de modelare *Hole* pentru a crea prima gaură.

Apoi, cu ajutorul instrumentului de modelare *Rectangular Pattern*, se copiază această gaură în patru poziții pe suprafața selectată a plăcii (figura 3.170).

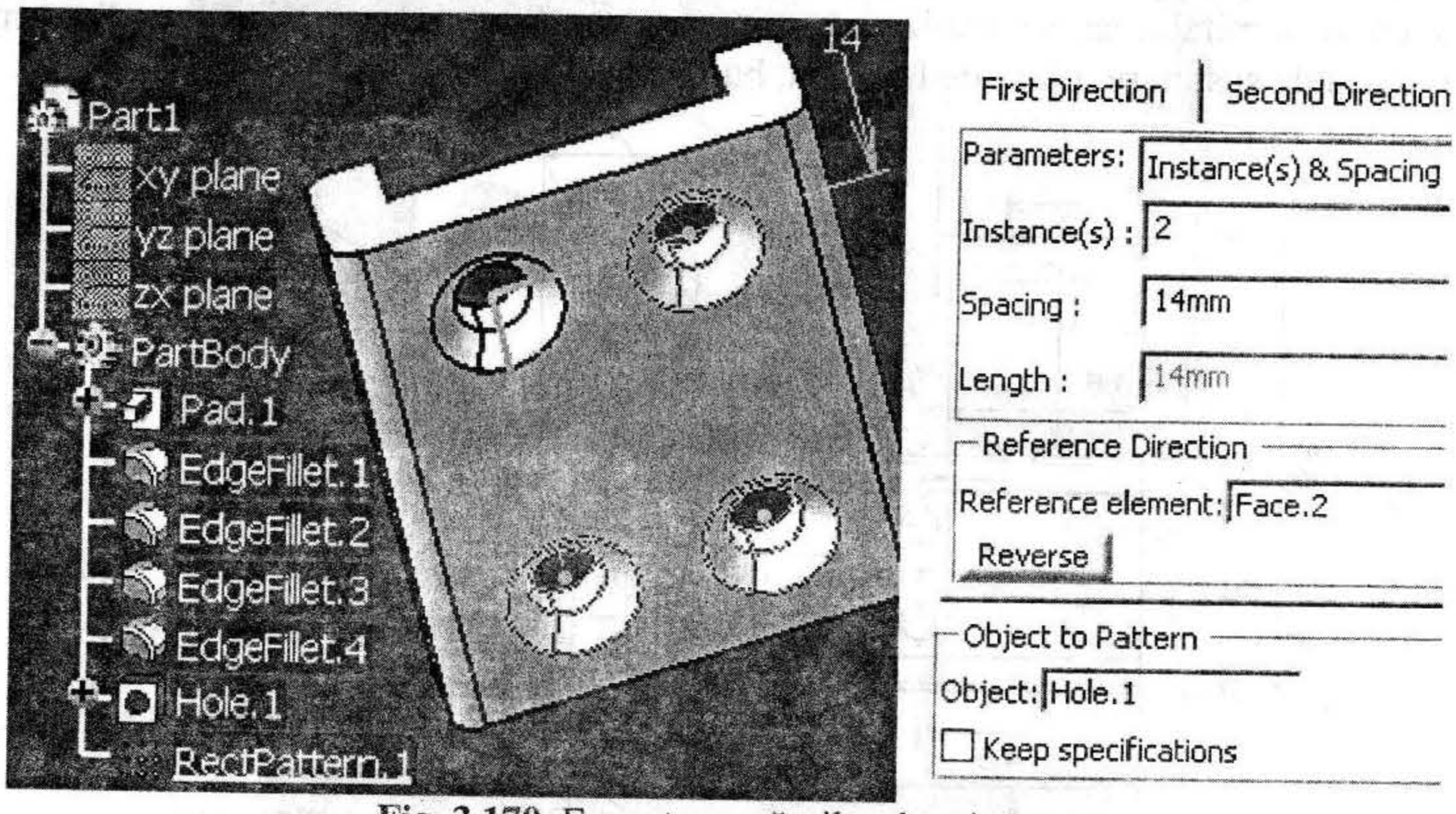


Fig. 3.170. Executarea găurilor de prindere

Din meniul [Insert] -> [Body] se adaugă în arborele de specificații încă un corp (*Body.2*), ce va reprezenta bucşa cilindrică. Pentru a crea acest corp se construieşte un plan ajutător (*Plane.1*), în care se trasează şi se constrâng două cercuri concentrice (figura 3.171).

Planul *Plane.1* se reprezintă la o distanță de 20 mm față de planul YZ, cu ajutorul elementului de referință *Plane* din bara de instrumente *Reference Elements*.

Ținând cont de cotele plăcii de susținere, se observă în desenul de execuție că planul *Plane.1* se află la jumătatea distanței dintre capetele acesteia.

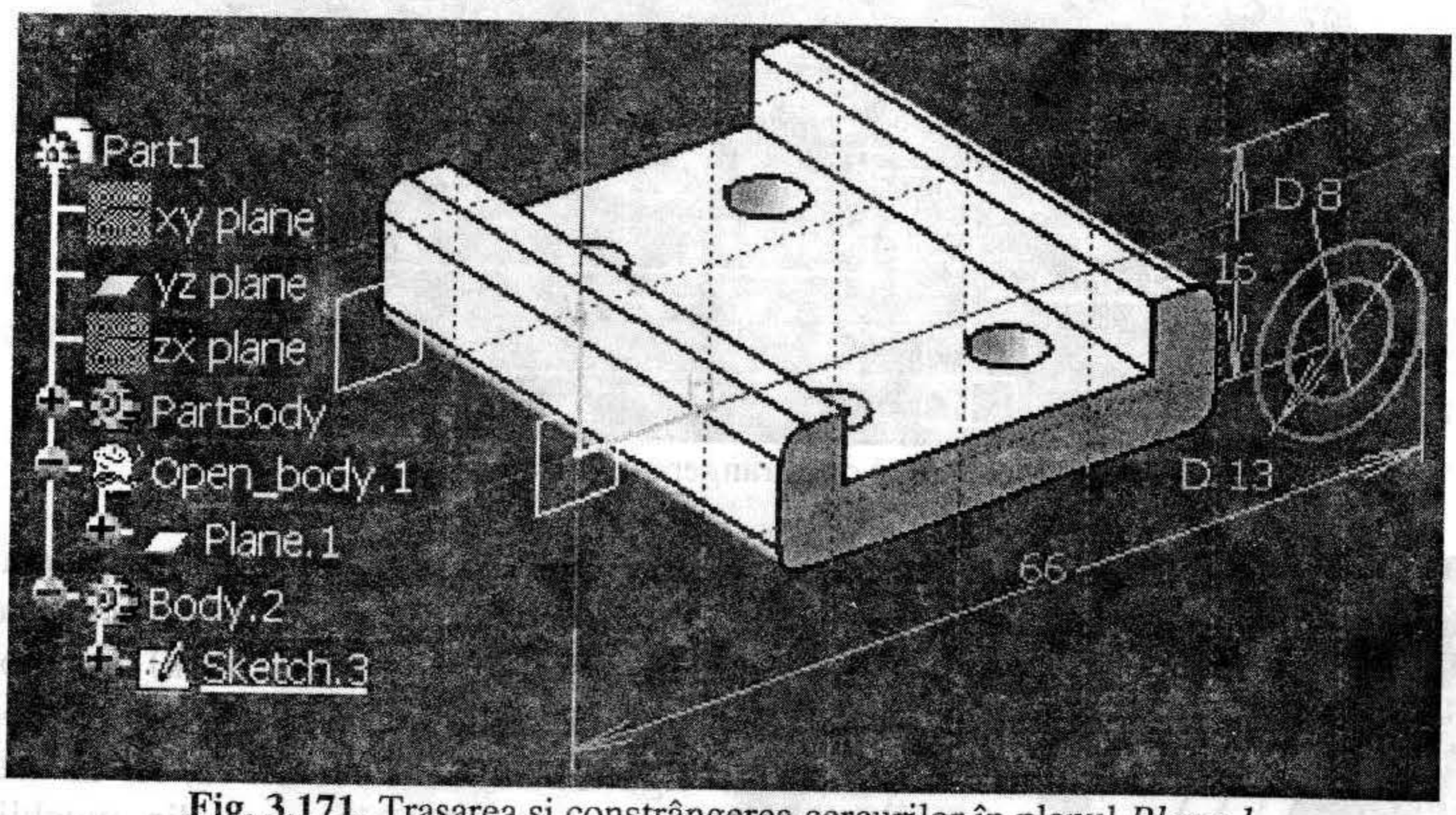


Fig. 3.171. Trasarea şi constrângerea cercurilor în planul *Plane.1*

Cele două cercuri concentrice se extrudează cu valoarea de 10 mm de ambele părți ale planului *Plane.1*, bifându-se opțiunea "*Mirror extent*" din fereastra de dialog "*Pad Definition*", aşa cum rezultă din figura 3.172.

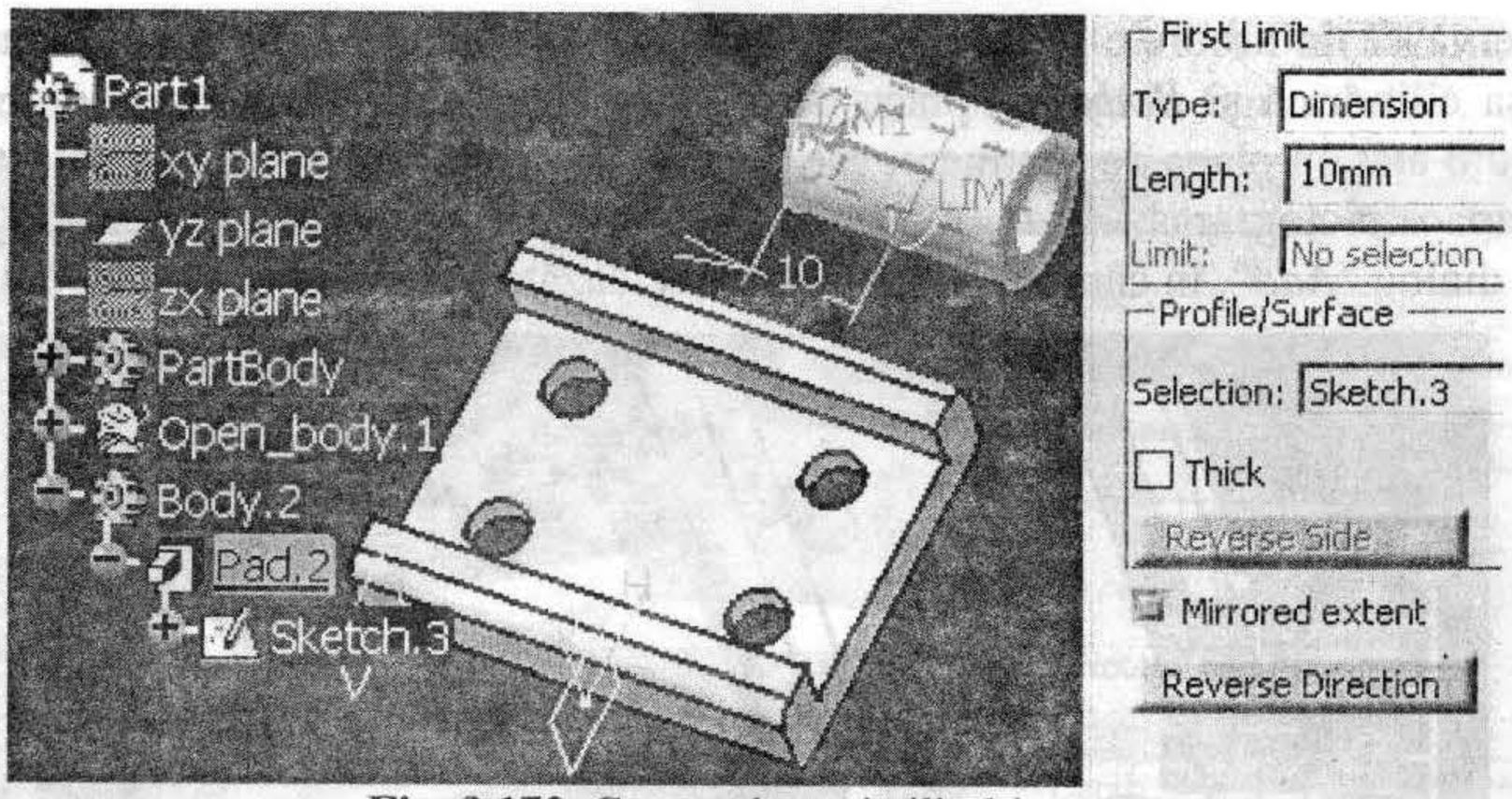


Fig. 3.172. Crearea bucşei cilindrice

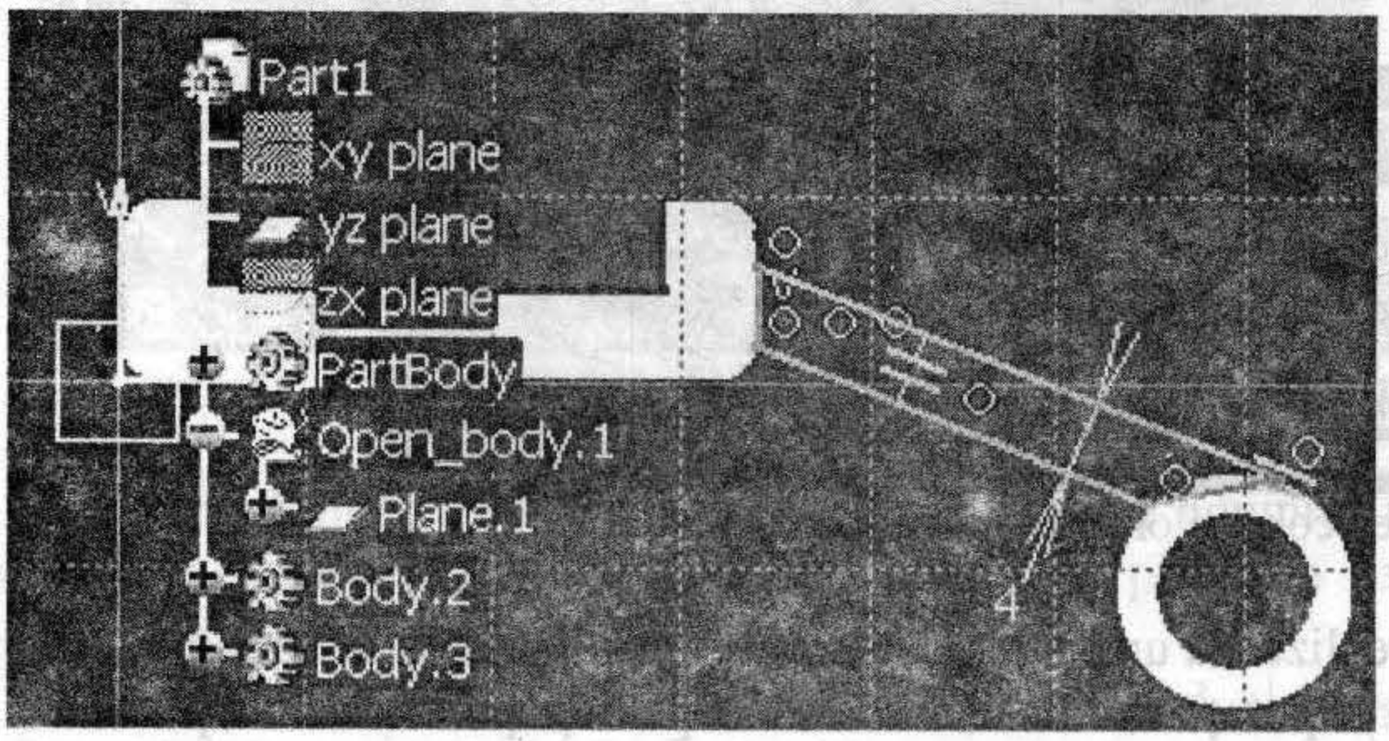


Fig. 3.173. Trasarea şi constrângerea profilului plăcii de legătură

Pentru a crea placa de legătură este necesară introducerea în arborele de specificaţii a unui nou corp (*Body.3*). Profilul plăcii de legătură (figura 3.173) se desenează şi se constrânge în planul *Plane.1*. Prin constrângere, grosimea plăcii de legătură este de 4 mm, iar capetele profilului se vor situa pe suprafeţele plăcii de susţinere, respectiv, pe suprafaţa exterioară a bucşei cilindrice (*Coincidence*).

În continuare, utilizând instrumentul de modelare *Pad* din modulul CATIA Part Design se extrudează acest profil cu o valoare de câte 8 mm de ambele părţi ale planului *Plane.1*, bifând opţiunea "*Mirrored extent*" din fereastra de dialog "*Pad Definition*" şi se obţine (figura 3.174) corpul plăcii de legătură (*Pad.3*), ale cărui capete sunt ataşate la placa de susţinere, respectiv, la bucşa cilindrică.

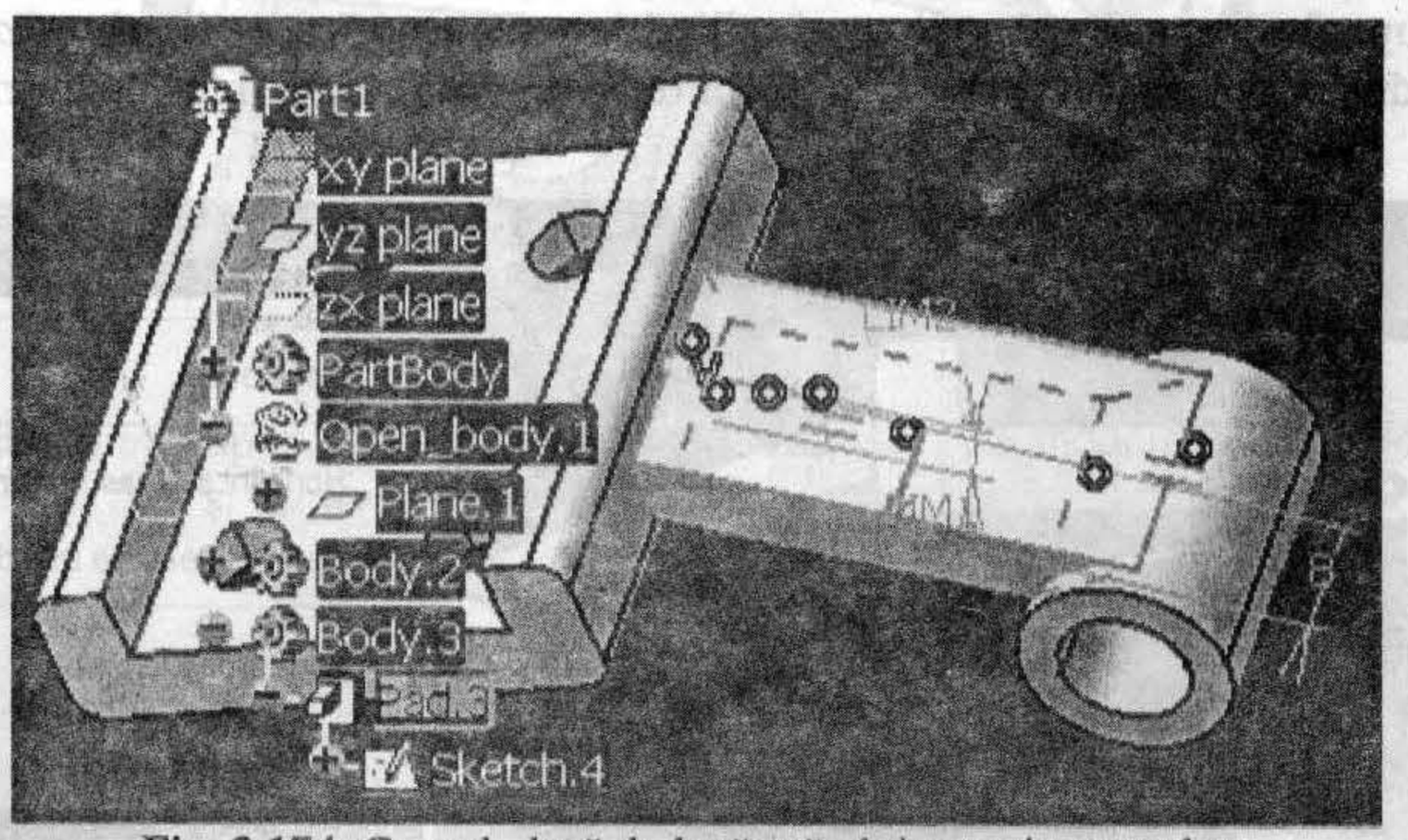


Fig. 3.174. Corpul placă de legătură obţinut prin extrudare

Se observă că în arborele de specificații sunt trei corpuri: *PartBody* – placa de susținere, *Body.2* – bucșa cilindrică și *Body.3* – placa de legătură. Utilizând o operație booleană, placa de legătură se va uni atât cu placa de susținere, cât și cu bucșa cilindrică. Astfel, se selectează placa de legătură și se apasă pictograma "*Add*" (figura 3.175) din bara de instrumente *Boolean Operations*. În fereastra de dialog "*Add*", în câmpul "*After:*" se selectează corpul *Body.2* (bucșa cilindrică).

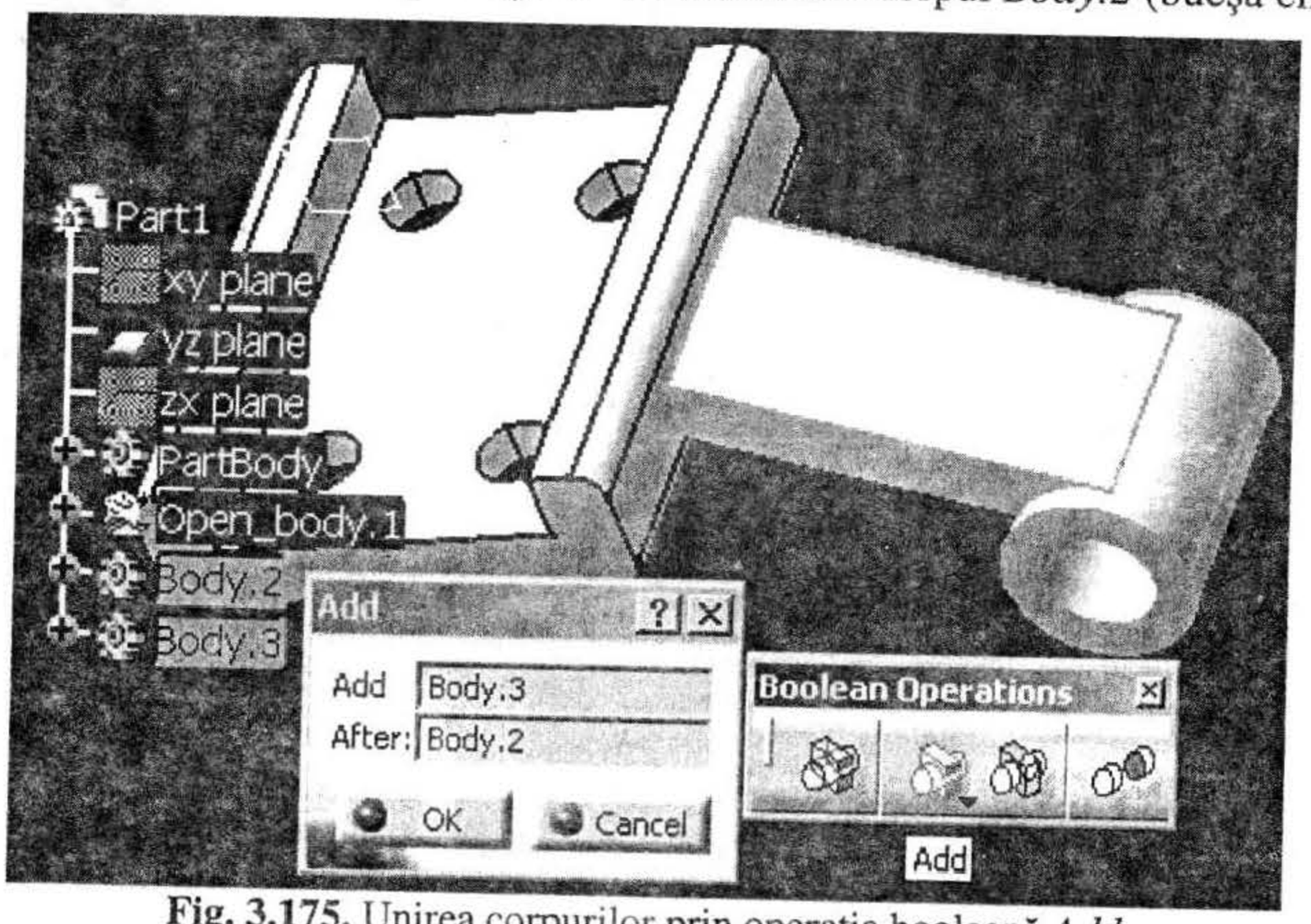


Fig. 3.175. Unirea corpurilor prin operația booleană *Add*

Instrumentul de modelare *Add* realizează unirea a două corpuri prin punerea în comun a unui volum pentru a forma un singur corp. Operația booleană *Add* se repetă și pentru a uni placa de susținere cu corpul format din placa de legătură și bucșa cilindrică.

În urma aplicării celor două operații booleene succesive, în arborele de specificații rămâne un singur corp (*PartBody*), care conține celelalte corpuri.

Pentru ca suportul să devină mai rezistent și să se evite ruperea, la proiectare s-a prevăzut adăugarea unei nervuri, situată sub cele două plăci, de susținere, respectiv, legătură.

Pentru crearea nervurii, în planul *Plane.1* se trasează o linie care delimitează forma nervurii (figura 3.176). Capetele acestei linii se stabilesc pe suprafața inferioară a plăcii de susținere, respectiv, pe suprafața exterioară a bucșei cilindrice (constrângere de tip *Coincidence*). De asemenea, linia de contur a nervurii face un unghi de 10^0 cu suprafața inferioară orizontală a plăcii de suținere.

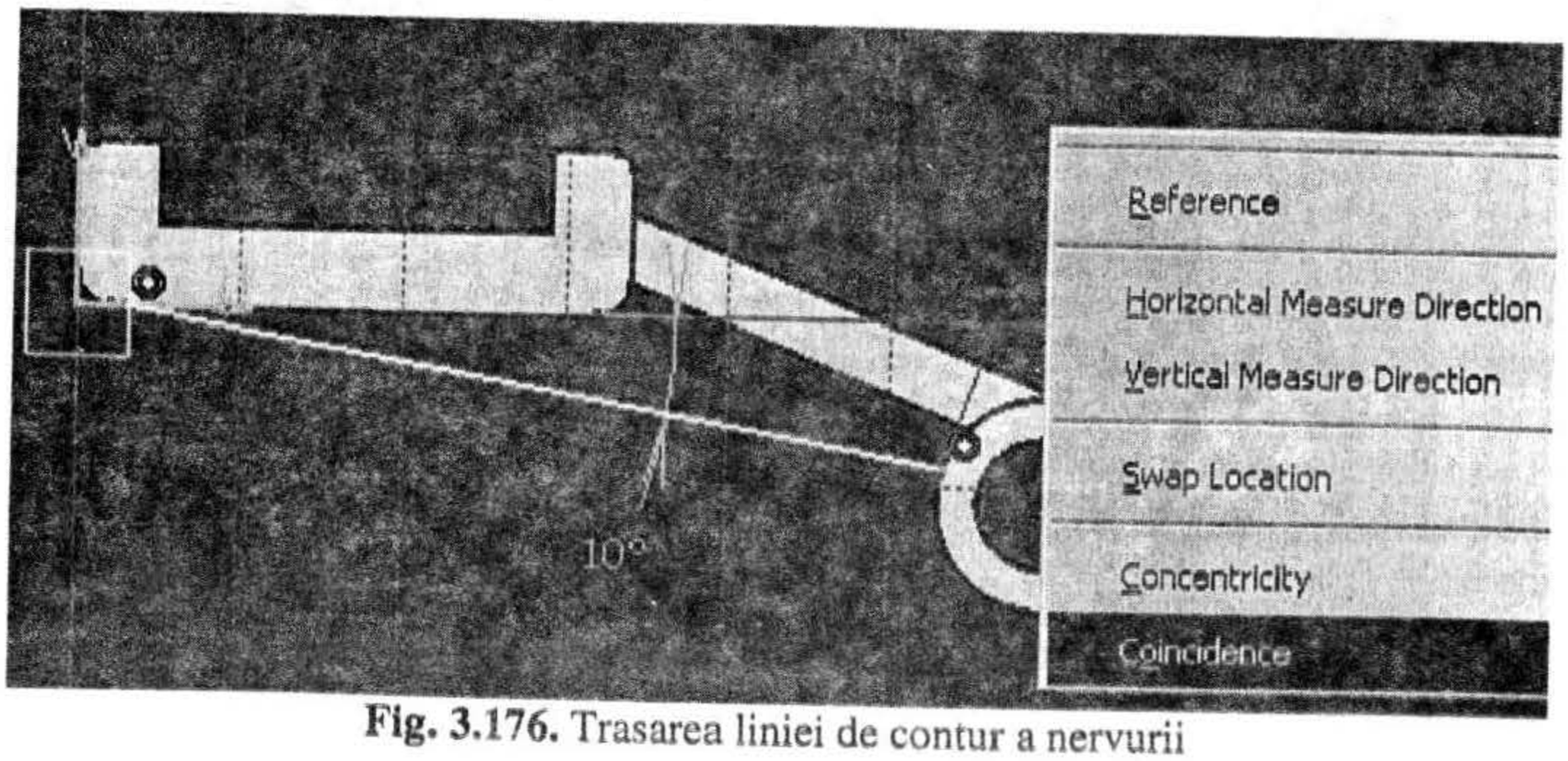


Fig. 3.176. Trasarea liniei de contur a nervurii

Utilizând instrumentul de modelare *Stiffener* din modulul CATIA Part Design se generează nervura, cu o grosime constantă, de 4 mm, aceasta fiind reprezentată în figura 3.177.

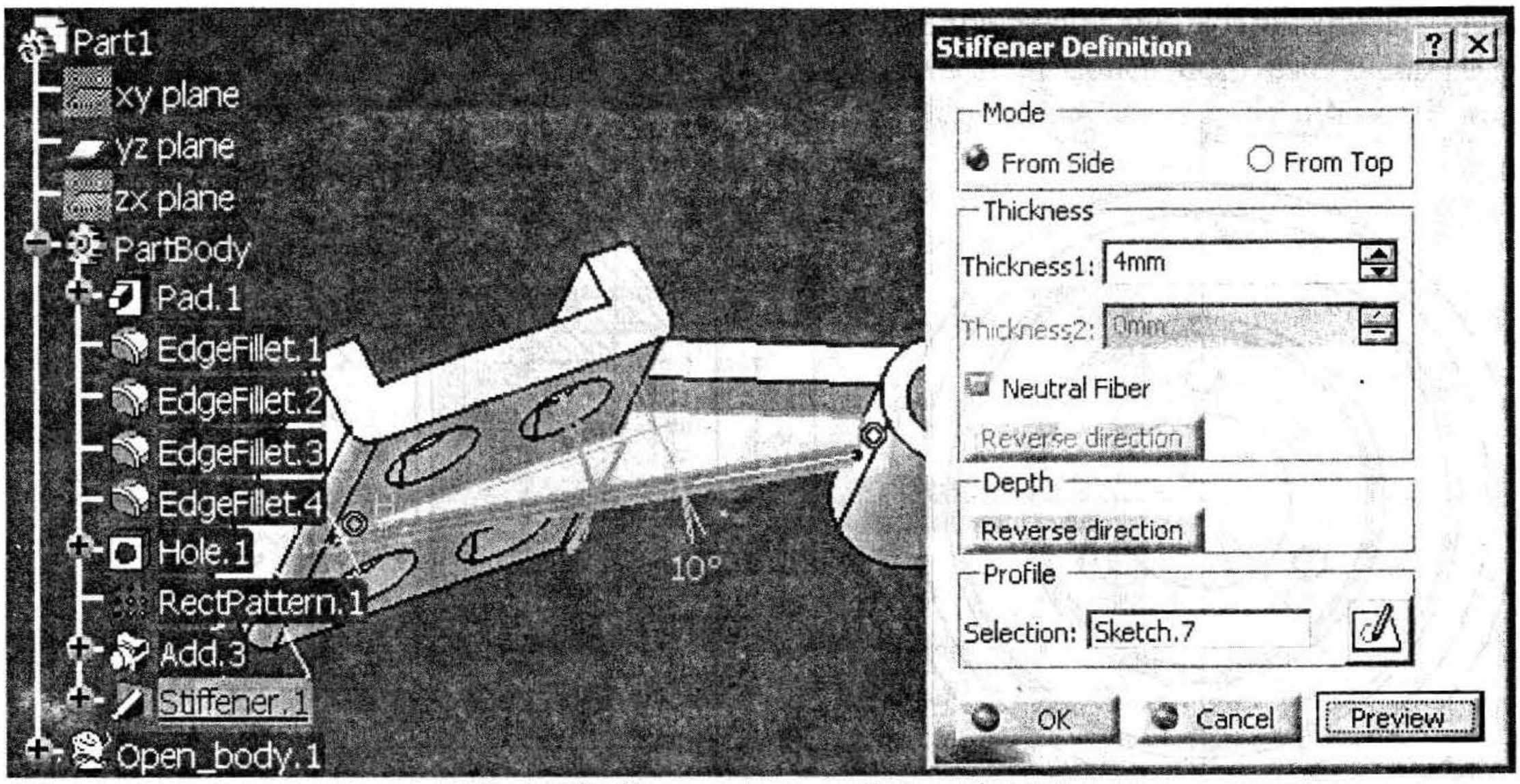


Fig. 3.177. Generarea nervurii de rezistență

În ultima etapă a aplicației se racordează anumite muchii ale suportului, astfel: muchia creată ca urmare a unirii plăcii de legătură cu placa de susținere, dar şi muchia dintre capătul nervurii şi bucşa cilindrică.

În figura 3.178 este prezentat modelul final al suportului, creat tridimensional, pe baza desenului de execuție din figura 3.167.

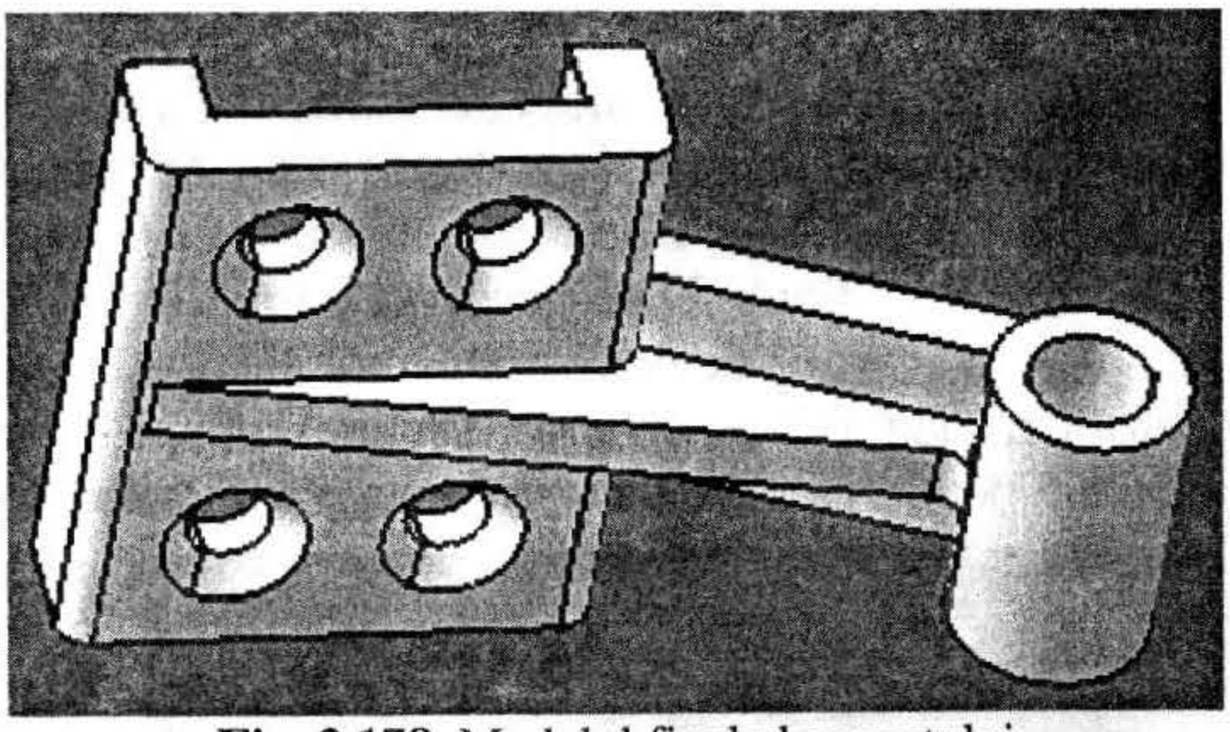


Fig. 3.178. Modelul final al suportului

Pentru realizarea suportului s-au folosit instrumentele de modelare *Pad*, *Hole*, *Edge Fillet*, *Rectangular Pattern*, *Add* şi *Stiffener*.

3.5.6. Crearea unei bucşe

În această aplicație se prezintă modul de obținere al unei bucşe (figura 3.179), considerată de complexitate medie din punct de vedere constructiv şi a rolului funcțional.

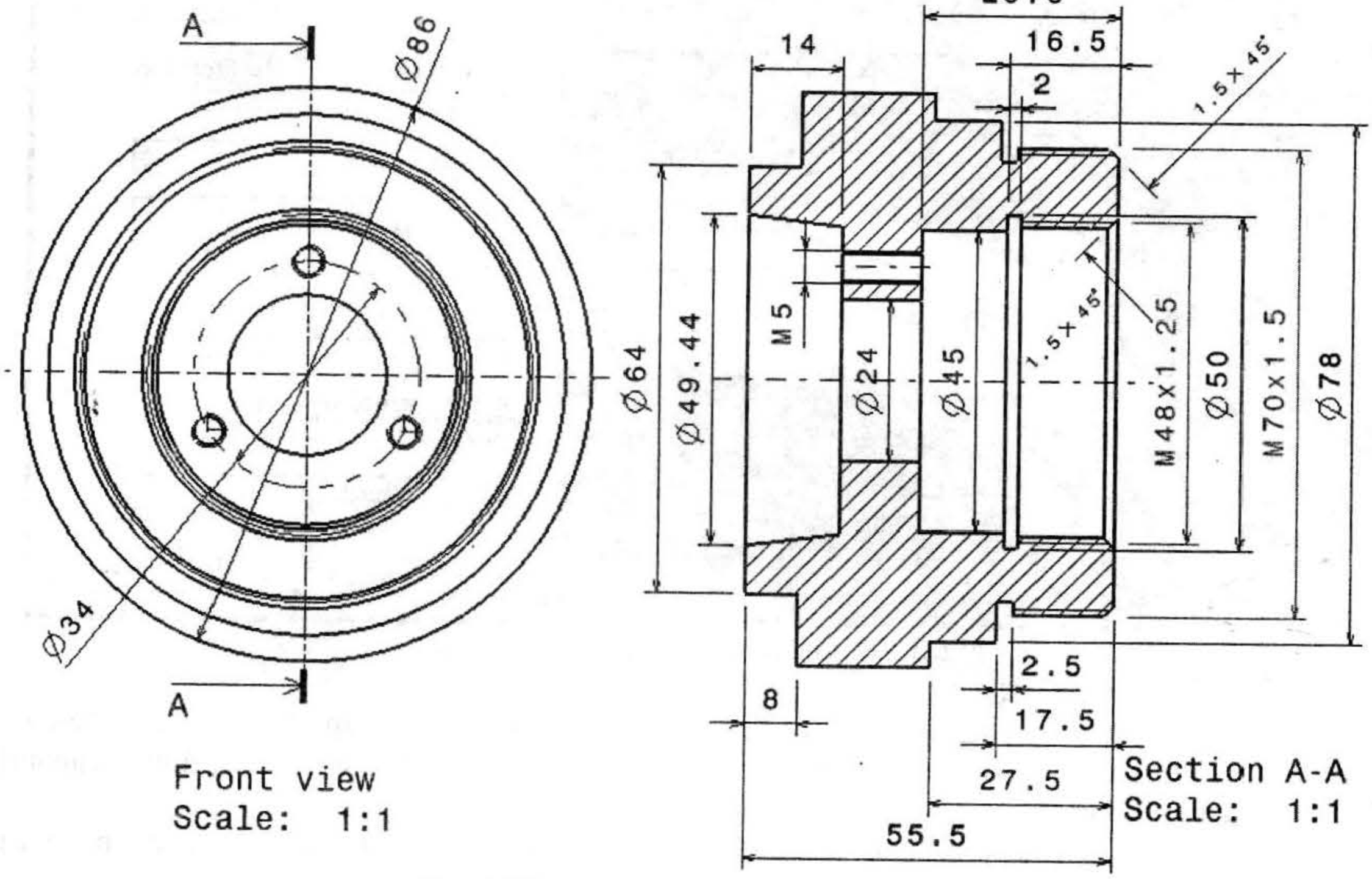


Fig. 3.179. Desenul de execuție al bucşei

În prima etapă a creării corpului denumit bucşă, se utilizează modulele CATIA Sketcher şi CATIA Part Design. Astfel, începând cu planul XY, se desenează şi se constrâng, de la stânga spre dreapta, conform desenului de execuție, cinci cilindri denumiți: *Pad.1*, *Pad.2*, ... , *Pad.5*. Aceşti cilindri sunt astfel poziționați încât una dintre fețele plane ale cilindrului *Pad.1* devine bază pentru cilindrul *Pad.2*, cealaltă față plană a acestuia devine bază pentru cilindrul *Pad.3* etc. În figura 3.180 este reprezentat corpul rezultat, denumit *PartBody*, secționat după planul YZ, cu ajutorul instrumentului de modelare *Split*, pentru a evidenția poziționarea cilindrilor.

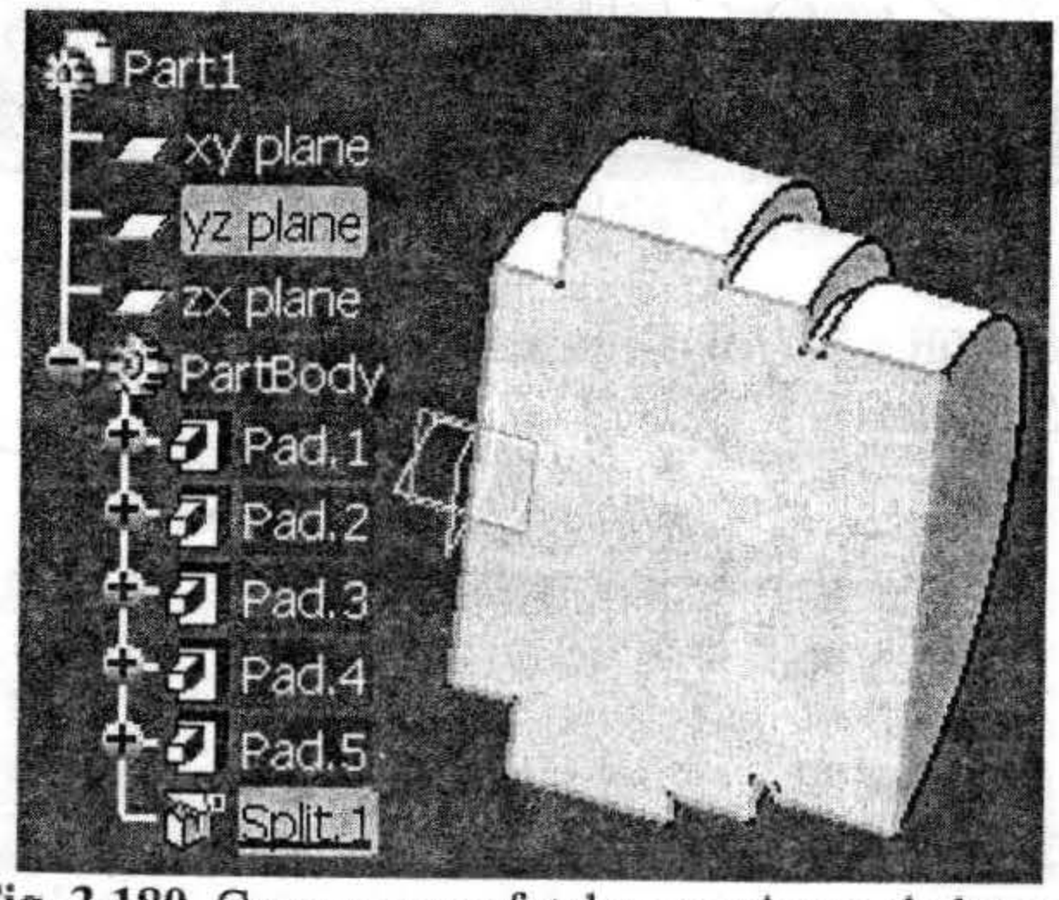


Fig. 3.180. Crearea suprafețelor exterioare ale bucşei

De asemenea, se observă că originea sistemului de coordonate se află poziționată în planul din care s-a început construirea corpului *PartBody*, pe axa celor 5 cilindri.

Pentru a genera suprafețele interioare ale bucşei, se intersectează corpul *PartBody* cu un alt corp (*Body.2*), inserat din meniul [Insert] -> [Body]. Acest al doilea corp este creat pe baza dimensiunilor din desenul de execuție ale suprafețelor interioare ale bucşei. Se utilizează aceeaşi metodă de creare a cilindrilor succesivi.

Pentru a uşura desenarea, corpul *PartBody* devine invizibil, ascuns, utilizându-se comanda *Hide/Show* din meniul [View] sau din meniul contextual (figura 3.181).

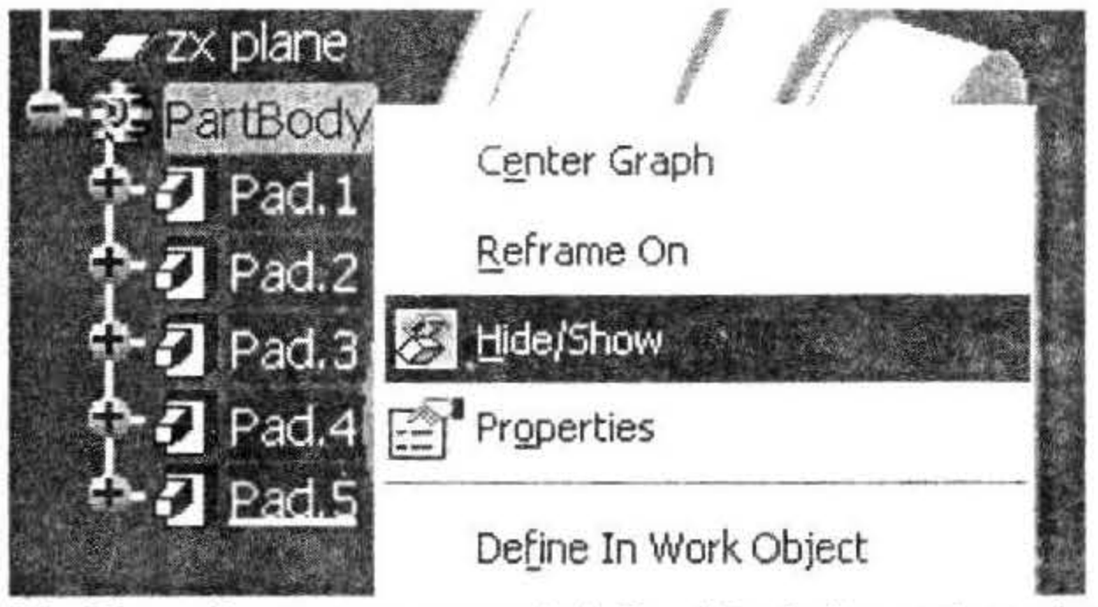


Fig. 3.181. Transformarea corpului *PartBody* în entitate invizibilă

Corpul *Body.2* se construieşte începând din planul XY şi este format din cinci cilindri (*Pad.6*, *Pad.7*, ..., *Pad.10*), constrânşi conform desenului de execuție, de la stânga spre dreapta. Şi aceşti cilindri sunt poziționați astfel încât una dintre fețele plane ale cilindrului *Pad.6* devine bază pentru cilindrul *Pad.7*, cealaltă față plană a acestuia devine bază pentru cilindrul *Pad.8* etc. Bucşa prezintă o suprafață interioară conică (unghi de 7^0) la capătul din stânga, astfel că asupra cilindrului *Pad.6* se aplică instrumentul de modelare *Draft Angle*.

În figura 3.182 este reprezentată secțiunea corpului *Body.2* după planul YZ, cu ajutorul instrumentului de modelare *Split*, pentru a evidenția poziționarea cilindrilor (*Pad.6*, ... , *Pad.10*).

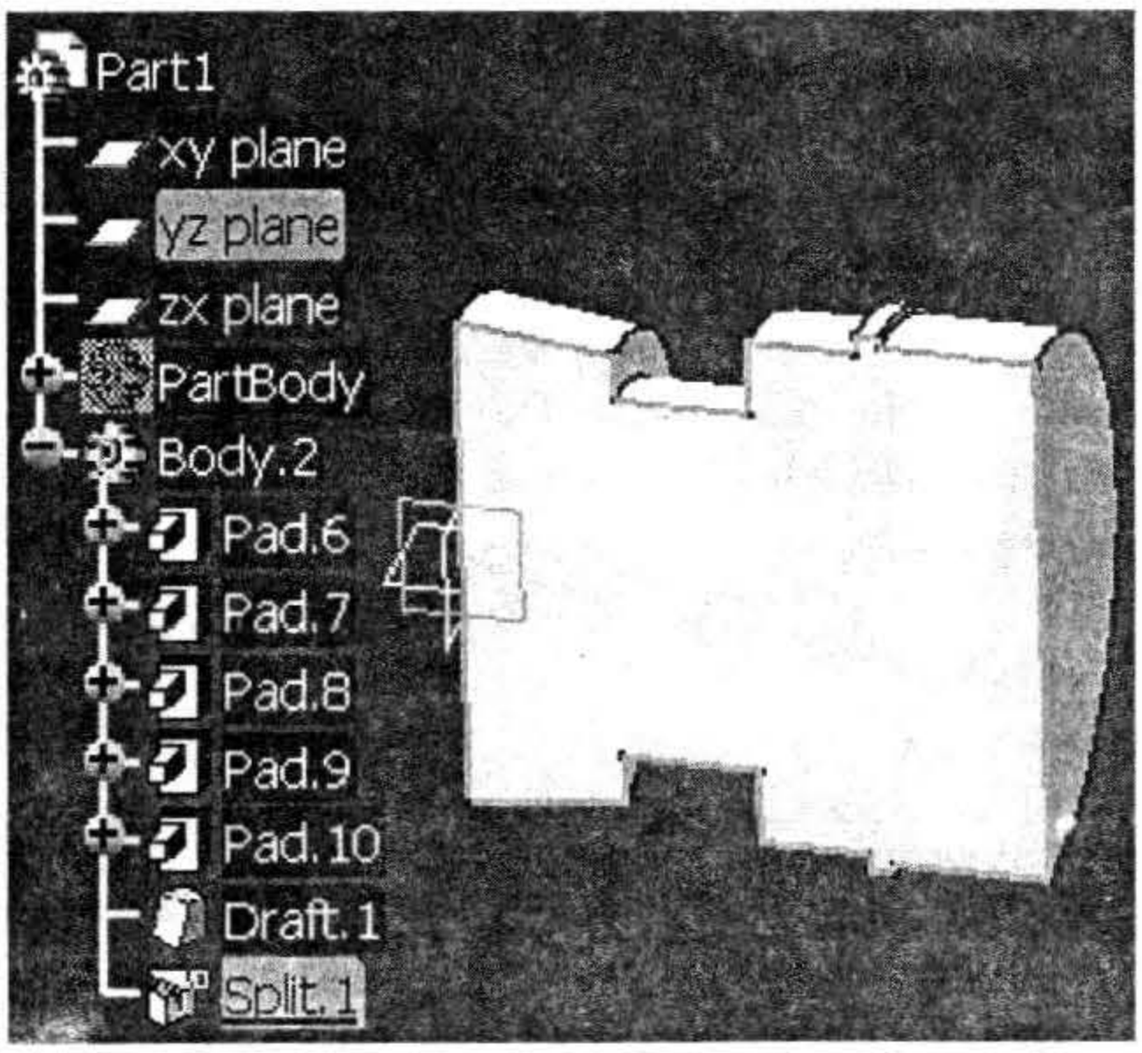


Fig. 3.182. Crearea suprafețelor interioare ale bucşei

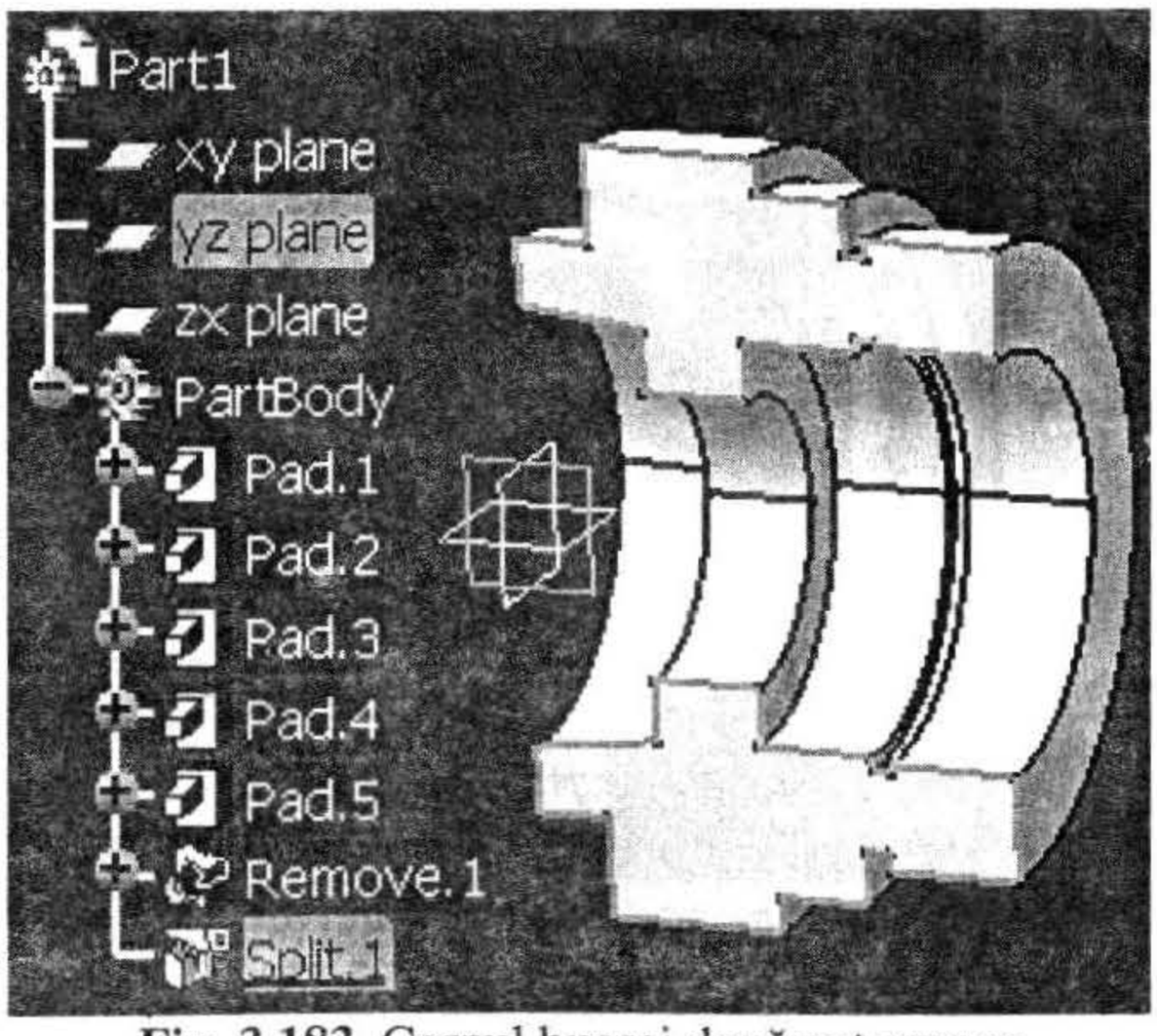


Fig. 3.183. Corpul bucşei după extragerea suprafețelor interioare

Prin extragerea corpului *Body.2* din corpul *PartBody*, aplicând o operație booleană cu instrumentul de modelare *Remove*, rezultă suprafața interioară a bucşei. În figura 3.183 se prezintă corpul *PartBody*, secționat după planul YZ, cu ajutorul instrumentului de modelare *Split*.

Bucşa prezintă la capătul său din dreapta două filete, unul interior şi unul exterior. Filetul

interior se execută M48 x 1.25, iar cel exterior M70 x 1.5. Valorile respective nu se regăsesc în standardul de filete pe care CATIA îl pune la dispoziția utilizatorului. Cele două valori se pot adăuga în standardul respectiv prin editare cu programul Microsoft Excel a fișierului *MetricThickPitch.txt*, aflat pe discul dur al calculatorului (figura 3.184).

	A	B	C	
1	ThreadDiam.	Pitch	HoleDiam.	M
2	.....	.....	.....	
3	42mm	4.5mm	37.129mm	
4	45mm	4.5mm	40.129mm	
5	48mm	1.25mm	46.64mm	
6	48mm	5.0mm	42.587mm	
7	52mm	5.0mm	46.587mm	
8	56mm	5.5mm	50.046mm	
9	60mm	5.5mm	54.046mm	
10	64mm	6.0mm	57.505mm	
11	68mm	6.0mm	61.505mm	
12	70mm	1.5mm	68.16mm	
13	72mm	6.0mm	65.505mm	
14	76mm	6.0mm	69.505mm	

Fig. 3.184. Editarea fișierului text care conține standardul de filete

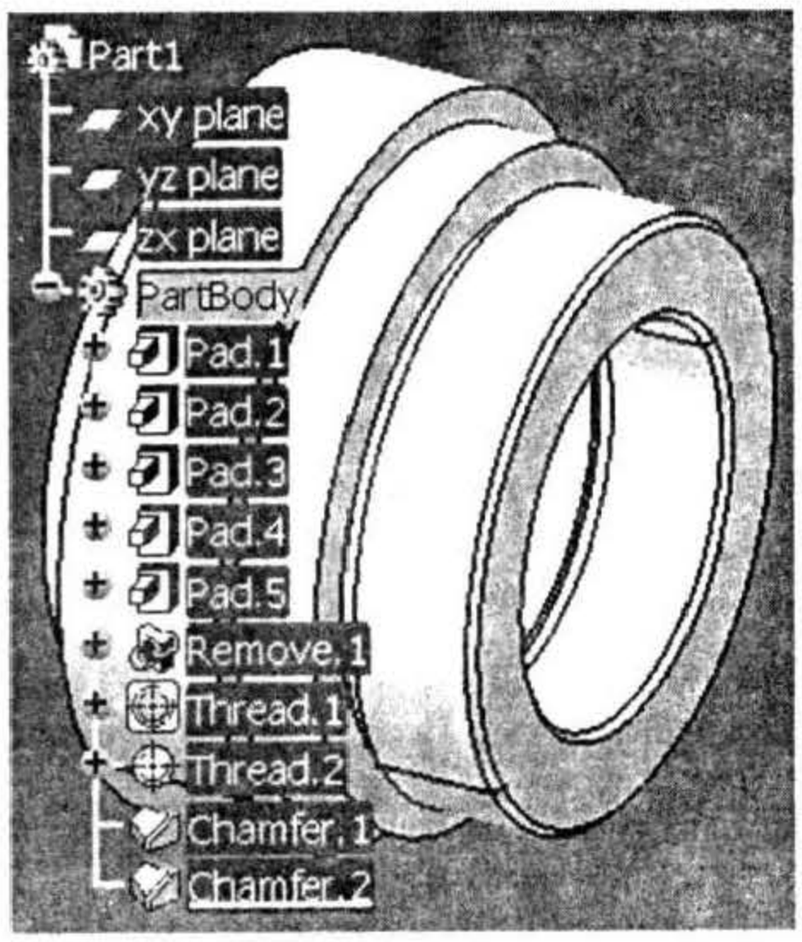


Fig. 3.185. Corpul bucșei după executarea filetelor și teșirea muchiilor

După executarea filetelor și teșirea (1.5 x 45^0) muchiilor de început a acestora, corpul bucșei este reprezentat în figura 3.185. În interiorul bucșei se execută trei găuri filetate M5, dispuse echidistant (120^0) pe un cerc purtător cu diametrul de 34 mm. Astfel, în modulul CATIA Sketcher se poziționează și se constrânge prima gaură față de axa de simetrie a bucșei (figura 3.186).

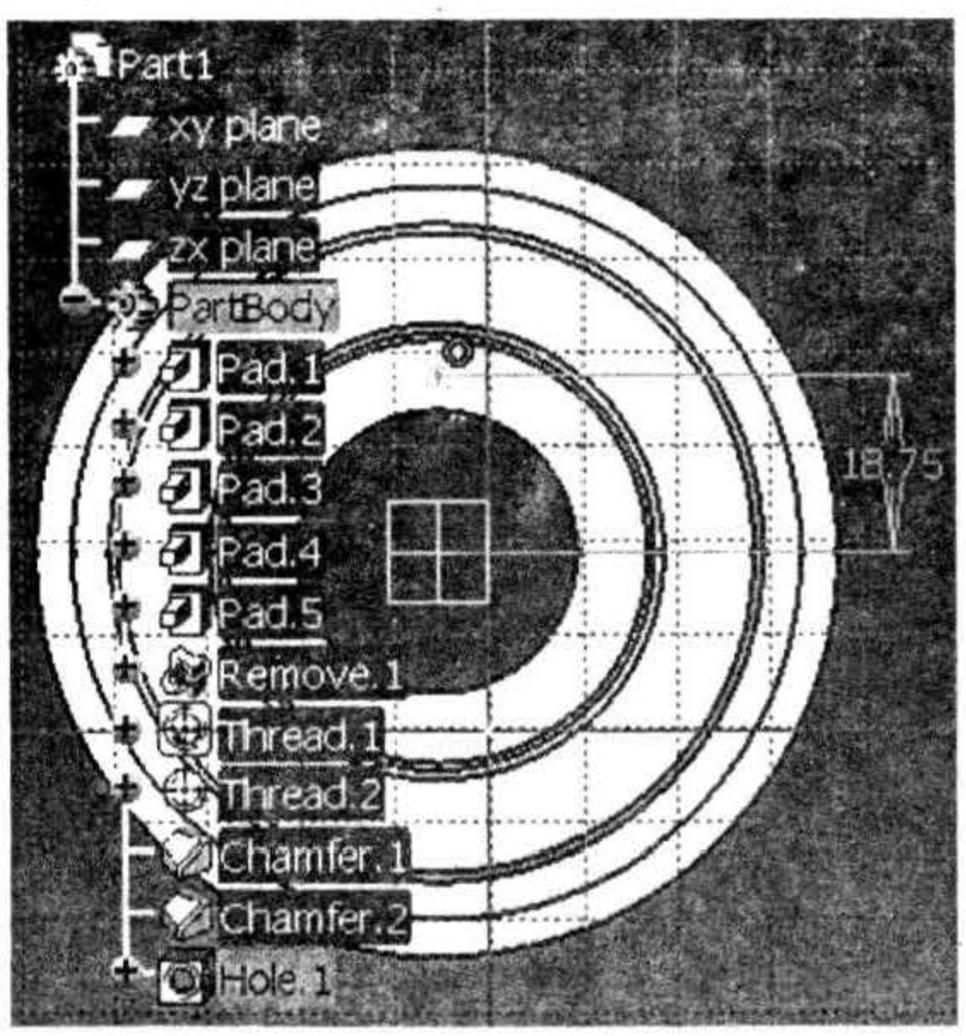


Fig. 3.186. Poziționarea centrului primei găuri interioare

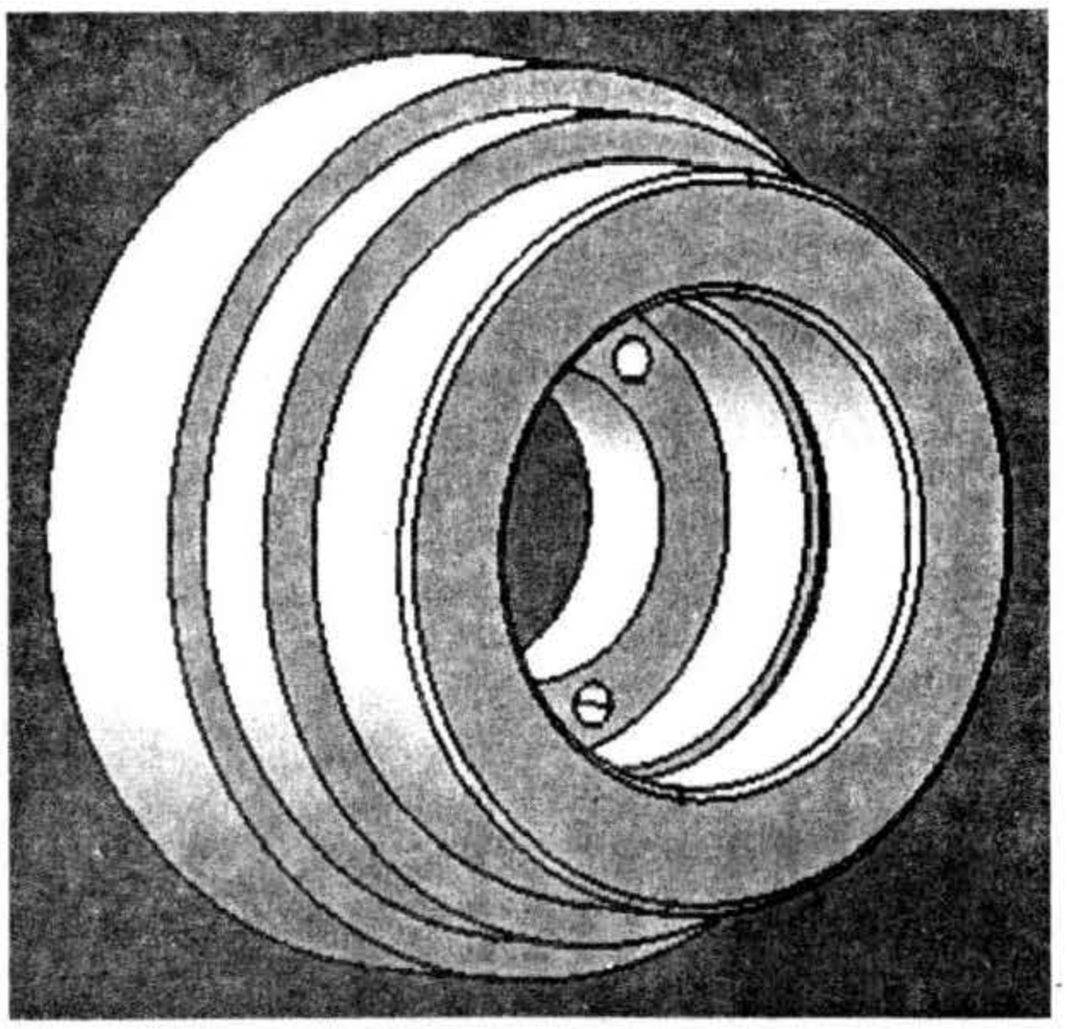


Fig. 3.187. Modelul final al bucșei

Se selectează această primă gaură și se copiază circular (*Circular Pattern*), la 120^0 (*Angular Spacing*), de trei ori pe suprafața plană interioară a bucșei.

Modelul final al bucșei este reprezentat în figura 3.187. Pentru realizarea bucșei din această aplicație au fost utilizate următoarele instrumente de modelare: *Pad*, *Hole*, *Chamfer*, *Remove*, *Thread/Tap* și *Circular Pattern*.

Capitolul 4. MODULUL CATIA ASSEMBLY DESIGN

4.1. Introducere

Modulul CATIA Assembly Design oferă un set complex de funcționalități și instrumente de proiectare, care permit definirea și administrarea structurilor mecanice asamblate. Acest modul este utilizat în manieră colaborativă cu alte module ale programului CATIA, precum Part Design, Drafting sau Knowledge Advisor, oferind un mediu de lucru foarte productiv, care permite crearea și gestionarea ansamblurilor mecanice, de la cele mai simple, cu doar câteva componente, până la cele foarte complicate, cu un număr mare de componente. Unele din componentele ansamblurilor sunt create de utilizator, iar altele sunt preluate din biblioteca programului.

CATIA Assembly Design permite luarea în considerare a constrângerilor impuse de ansamblurile mecanice, poziționarea automată a pieselor și controlul coerenței asamblării. De asemenea, proiectantul este sprijinit în definirea și administrarea ansamblurilor complexe, ierarhizate după o metodă descendentă sau ascendentă.

Datorită facilităților oferite, CATIA Assembly Design face posibilă aplicarea constrângerilor mecanice pentru ajustarea poziției relative și aducerea în contact a componentelor ansamblului creat. Componentele sunt reutilizabile într-unul sau în mai multe ansambluri diferite, fără a fi necesară multiplicarea lor pentru fiecare ansamblu în parte.

O opțiune foarte utilă o reprezintă generarea automată a nomenclaturii componentelor unui ansamblu, ceea ce garantează un inventar complet al acestora.

Dintre cele mai importante caracteristici ale modulului de asamblare CATIA Assembly Design, se pot enumera: generarea în condiții foarte bune a structurilor asamblate, elaborarea simultană a ansamblului și a diferitelor sale elemente componente, oferirea de funcții avansate de poziționare a pieselor constrânse mecanic sau a celor neconstrânse, poziționarea dinamică și intuitivă a componentelor în cadrul unui ansamblu, analiza dinamică a definițiilor de asamblare, gestionarea avansată a ansamblului pentru a facilita modificările apărute în elementele componente ale sale etc.

În sprijinul înțelegerii caracteristicilor enumerate mai sus, în acest capitol se prezintă aspecte teoretice și aplicații referitoare la posibilele soluții de adoptat în conceperea și obținerea ansamblurilor mecanice.

4.2. Interfața modulului CATIA Assembly Design

Modulul CATIA Assembly Design se accesează din meniul *Start* ([Start] -> [Mechanical Design] -> [Assembly Design]), așa cum rezultă din figura 4.1.

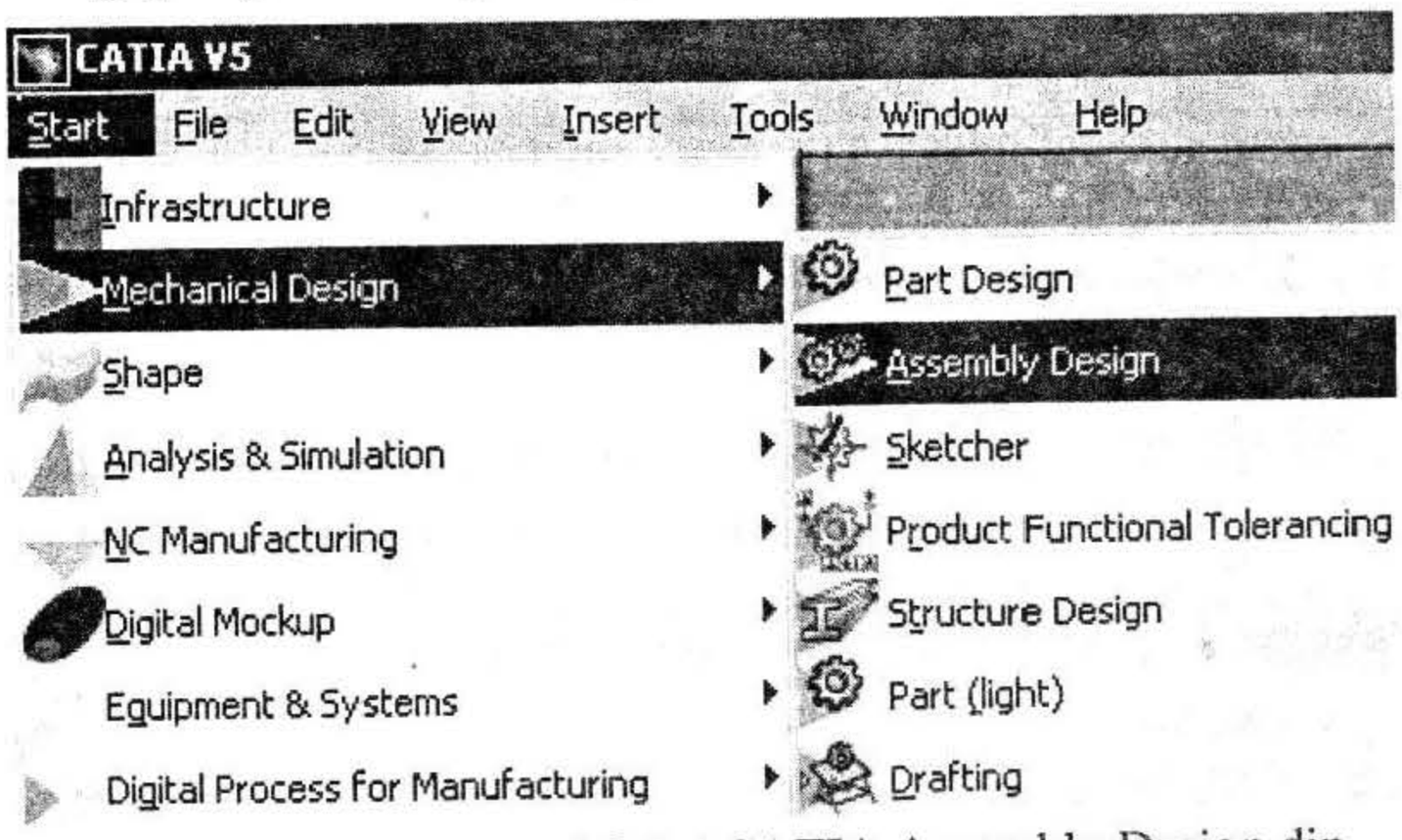


Fig. 4.1. Accesarea modulului CATIA Assembly Design din meniul [Start]

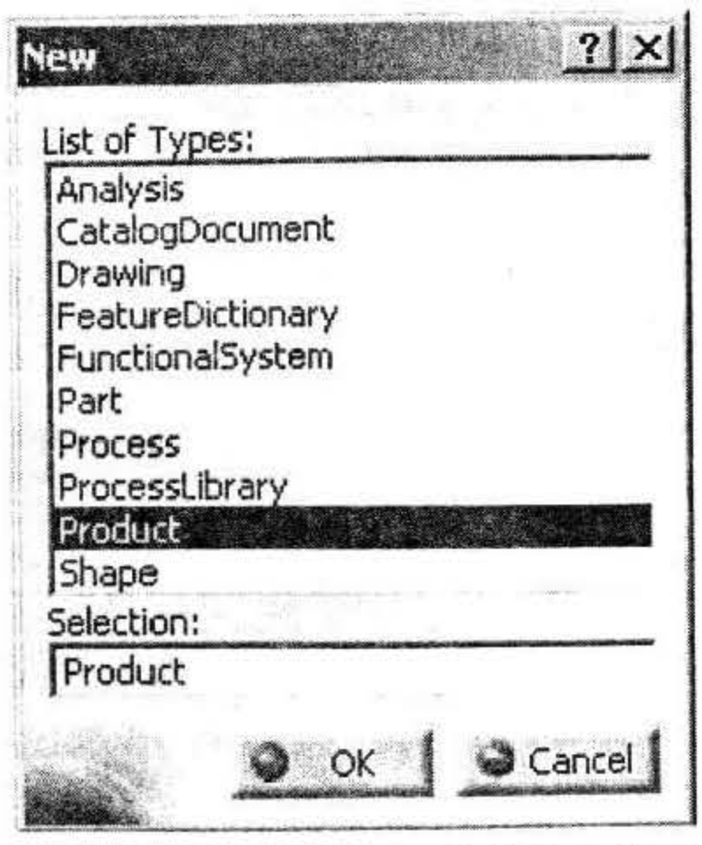


Fig. 4.2. Accesarea modulului CATIA Assembly Design din meniul [File]

De asemenea, modulul CATIA Assembly Design se poate lansa și din meniul *File* ([File] -> [New] -> Product), așa cum este prezentat în figura 4.2.

Interfața de lucru a modulului CATIA Assembly Design prezintă arborele de specificații, care conține componentele ansamblului, bara de meniuri și instrumentele de asamblare.

Pentru exemplificare, în figura 4.3 se observă că din arborele de specificații face parte elementul "*Product1*", indicând structura ansamblului creat. Pentru a obține ansamblul respectiv, utilizatorul definește componentele acestuia. CATIA folosește termenii "produs" și "componentă" pentru a indica ansamblurile create, respectiv, părțile din care acestea sunt constituite.

Astfel, un grup de componente, împreună cu relațiile specifice între acestea formează un produs (ansamblu).

La rândul său, produsul creat poate intra în structura altui produs de complexitate mai ridicată (un ansamblu format din mai multe subansambluri și componente).

În arborele de specificații al exemplului din figura 4.3 se observă prezența a două componente și a două constrângeri de asamblare (coincidență și contact de suprafață).

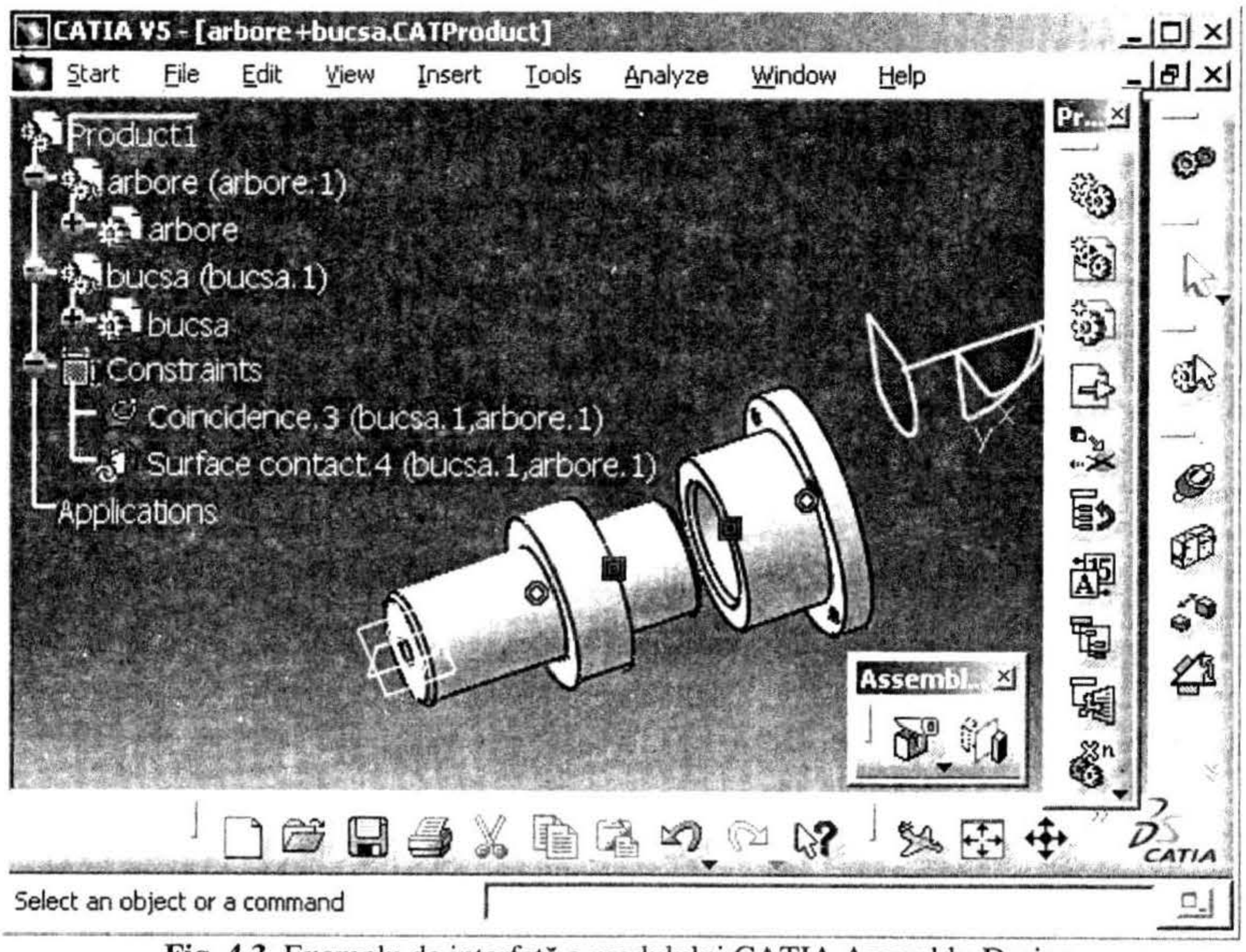


Fig. 4.3. Exemplu de interfață a modulului CATIA Assembly Design

Principalele bare de instrumente de asamblare disponibile în modulul CATIA Assembly Design sunt prezentate în figura 4.4 și descrise în continuare.

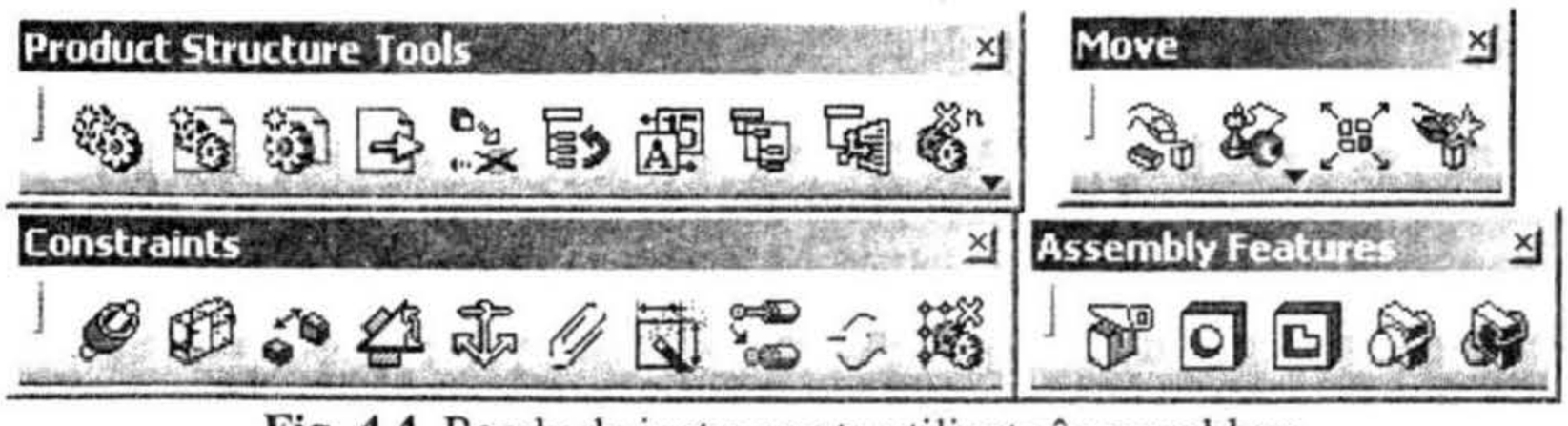


Fig. 4.4. Barele de instrumente utilizate în asamblare

a. Bara de instrumente *Product Structure Tools* permite identificarea şi asamblarea diferitelor produse şi componente. Astfel, produsele sunt identificate cu precizie, facilitând managementul asamblării, utilizatorul poate folosi operaţiile *Copy/Paste* în lucrul cu componentele şi contrângerile de asamblare, are posibilitatea de a insera, multiplica, înlocui, şterge sau modifica anumite componente şi proprietăţile acestora.

b. Bara de instrumente *Constraints* se utilizează la definirea constrângerilor pentru ansamblurile considerate şi poziţionarea componentelor. În acest scop, modulul CATIA Assembly Design pune la dispoziţia utilizatorului constrângeri de coincidenţă (*Coincidence Constraint*), de contact (*Contact Constraint*), de distanţă liniară (*Offset Constraint*), de distanţă unghiulară (*Angle Constraint*) şi fixare (*Fix*). Acestea se aplică, după caz, uneia sau mai multor componente.

c. Bara de instrumente *Move* se foloseşte la manipularea, translatarea sau rotirea componentelor unui ansamblu. De asemenea, cu ajutorul instrumentului *Explode*, utilizatorul are posibilitatea de a desface un ansamblu în componentele sale, respectând, însă, toate constrângerile existente. Refacerea ansamblului este imediată utilizând opţiunea "*Update*" din meniul [Edit].

d. Bara de instrumente *Assembly Features* conţine instrumente care permit secţionarea (*Split*) componentelor unui ansamblu cu un plan definit de utilizator, crearea unor găuri (*Hole*) sau profile (*Pad*) în cadrul ansamblului, aplicarea unor operaţii booleane (*Add*, *Remove*) etc.

Barele de instrumente, aflate în interfaţă, pot fi accesate şi din meniul [Insert], acesta afişând o listă completă (pictogramă şi denumire) a tuturor instrumentelor utilizate în asamblare.

4.3. Crearea ansamblului din elementele sale componente

Prima etapă a creării unui ansamblu o reprezintă modelarea componentelor acestuia, cu ajutorul modulelor CATIA Sketcher şi CATIA Part Design. Fiecărei componente i se atribuie un nume sugestiv pentru a fi uşor de identificat în cadrul ansamblului.

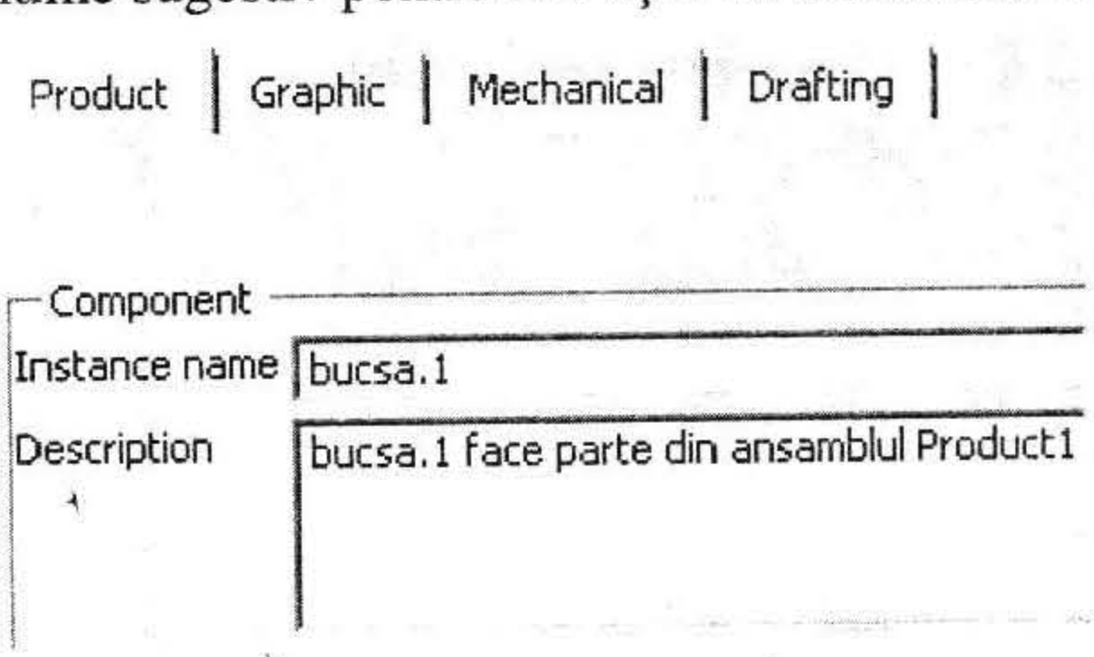


Fig. 4.5. Schimbarea numelui unei componente

Schimbarea numelui şi adăugarea unui scurt comentariu se realizează cu ajutorul opţiunii "*Properties*" din meniul contextual, accesat după selectarea în prealabil a componentei respective. Un exemplu în acest sens este prezentat în figura 4.5.

Pentru a adăuga o componentă în cadrul unui ansamblu, utilizatorul are la dispoziţie două posibilităţi: inserarea unui corp 3D creat în modulul CATIA Part Design, sau crearea unuia nou, direct în ansamblu.

Adăugarea componentei noi este posibilă numai după selectarea ansamblului din care aceasta va face parte.

Astfel, se utilizează instrumentul *Existing Component* din bara *Product Structure Tools* pentru a insera un corp 3D dintr-un fişier extern, aflat pe un mediu de stocare magnetic sau optic. Acest corp este plasat în arborele de specificaţii al modulului CATIA Assembly Design, devenind, după caz, una dintre componentele unui ansamblu sau subansamblu. Numele componentei inserate este preluat din numele corpului 3D care o defineşte.

În cazul în care utilizatorul doreşte să creeze noua componentă direct în cadrul ansamblului, se utilizează instrumentul *New Part*, prezent, de asemenea, în bara *Product Structure Tools*. Este afişată fereastra de dialog "*New Part: Origin Point*" (figura 4.6), care prezintă două opţiuni, astfel: prin apăsarea butonului [Yes] utilizatorul defineşte punctul de origine al noii componente ca fiind acelaşi cu punctul de origine al unei componente deja existente în ansamblu. Prin apăsarea butonului [No], utilizatorul stabileşte ca punctul de origine al noii componente să se afle în punctul de origine al ansamblului.

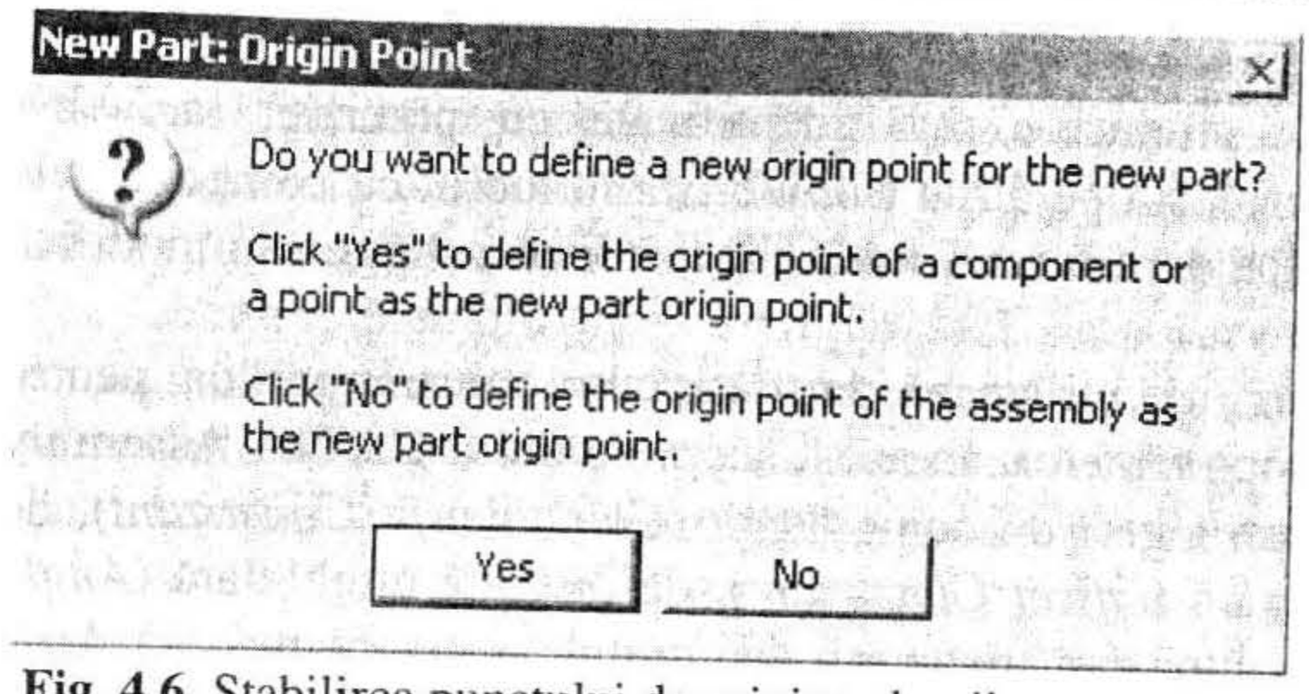


Fig. 4.6. Stabilirea punctului de origine al noii componente

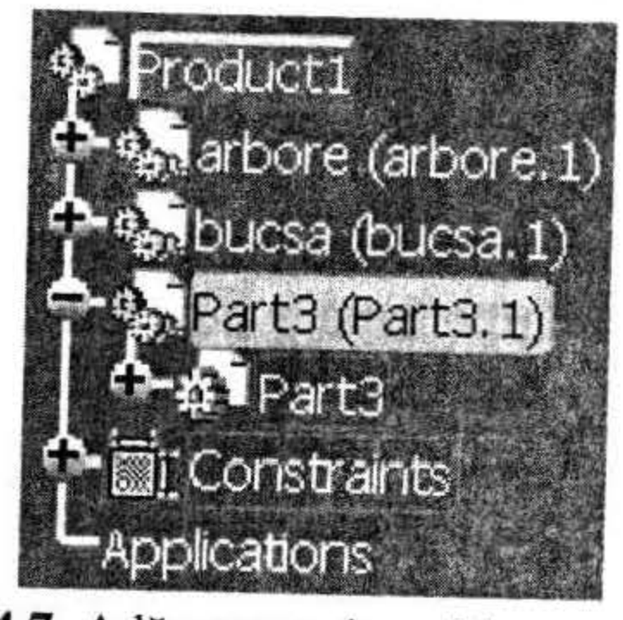


Fig. 4.7. Adăugarea și poziționarea noii componente în arborele de specificații

Implicit, numele componentei nou create este de tip *Part x (Part x.y)*, unde *x* și *y* sunt două cifre. Componenta este poziționată automat în arborele de specificații, pe ultima poziție, așa cum se indică în figura 4.7.

Odată stabilit punctul de origine al noii componente, se poate începe modelarea acesteia, utilizând modulele CATIA Sketcher și CATIA Part Design. Pentru exemplificare, în ansamblul din figura 4.8, alături de cele trei piese de tip placă, deja existente, se mai adaugă o piesă, de formă cilindrică, cu numele *Part3 (Part3.1)* stabilit, implicit, de program.

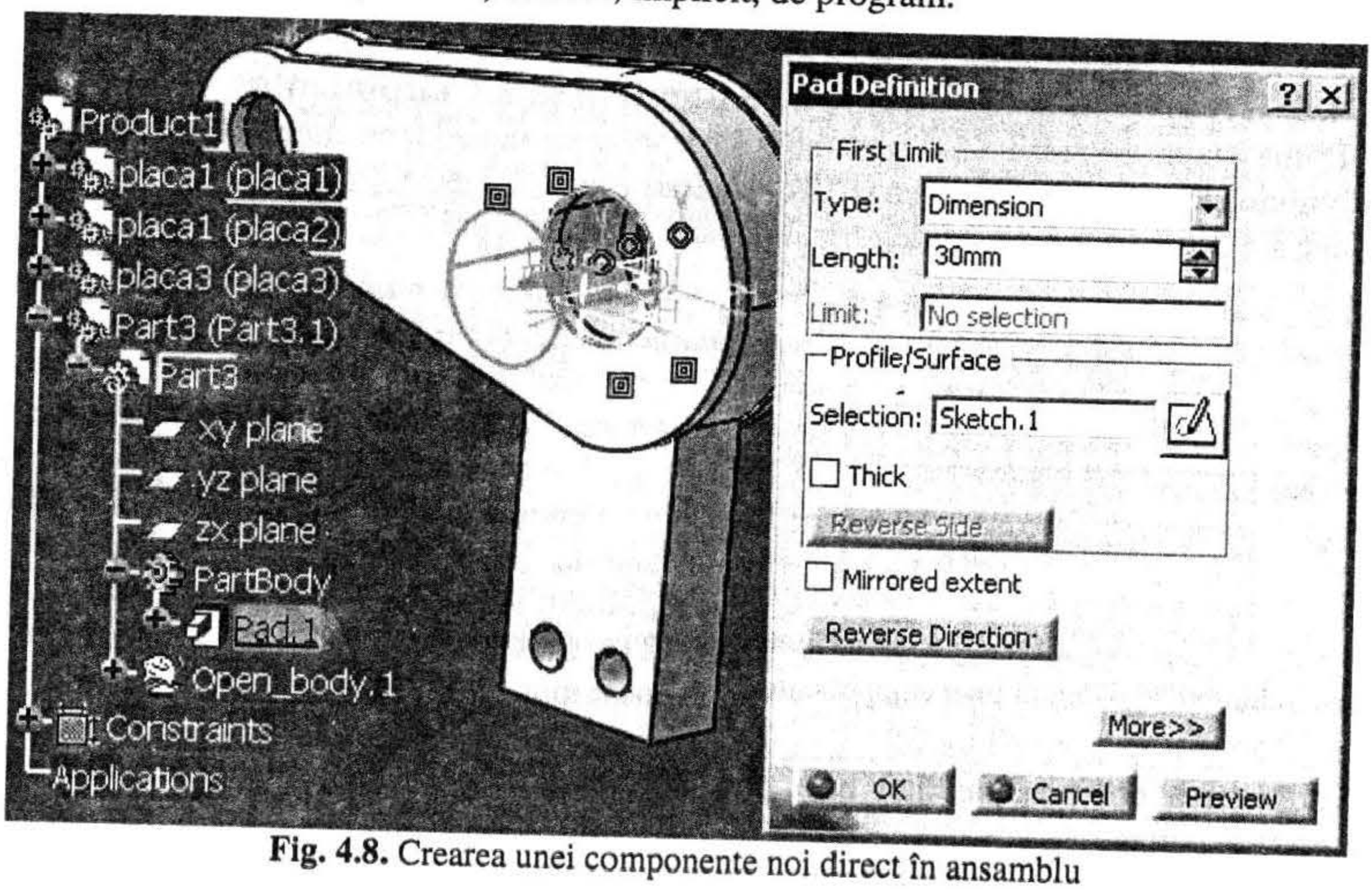


Fig. 4.8. Crearea unei componente noi direct în ansamblu

Indiferent dacă noua componentă a fost inserată dintr-un fișier extern sau a fost creată în cadrul ansamblului, ea necesită diferite deplasări și/sau rotiri până ajunge într-o poziție cât mai apropiată de cea pe care o va avea în acesta.

În modulul CATIA Assembly Design, deplasarea și rotirea componentelor se realizează în două moduri: utilizând instrumentul *Manipulation* din bara *Move*, sau cu ajutorul compasului.

Utilizarea instrumentului *Manipulation* este foarte intuitivă deoarece prezintă trei rânduri de pictograme, și anume: primul rând ajută la deplasarea componentei selectate de-a lungul uneia dintre cele trei axe X, Y sau Z, al doilea rând permite deplasarea doar în planele determinate de perechile de axe XY, YZ și XZ, iar al treilea rând conține pictogramele pentru rotirea componentei în jurul axelor X, Y și Z.

În figura 4.9 este prezentată deplasarea piesei cilindrice de-a lungul axei Z pentru a fi poziționată, spre asamblare, în alezajul ce străbate celelalte trei piese de tip placă reprezentate în poziție asamblată.

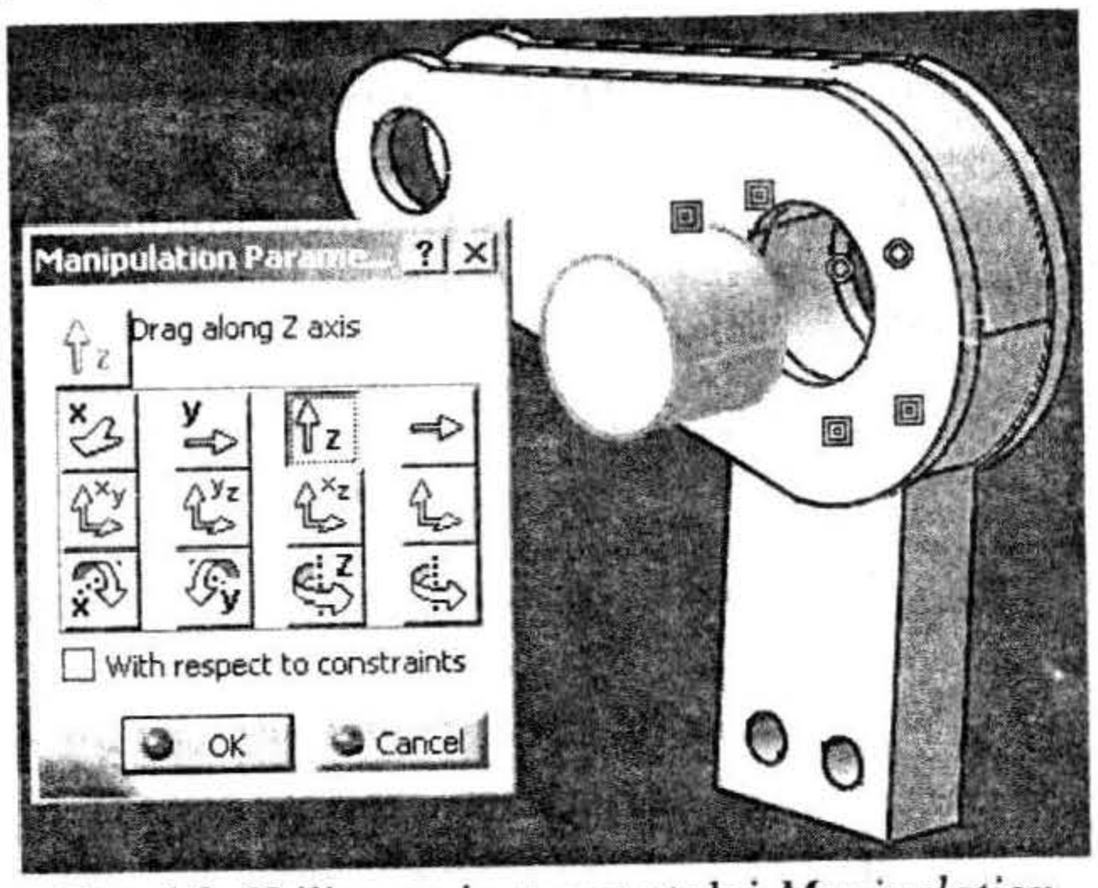


Fig. 4.9. Utilizarea instrumentului *Manipulation* pentru deplasarea şi rotirea componentei

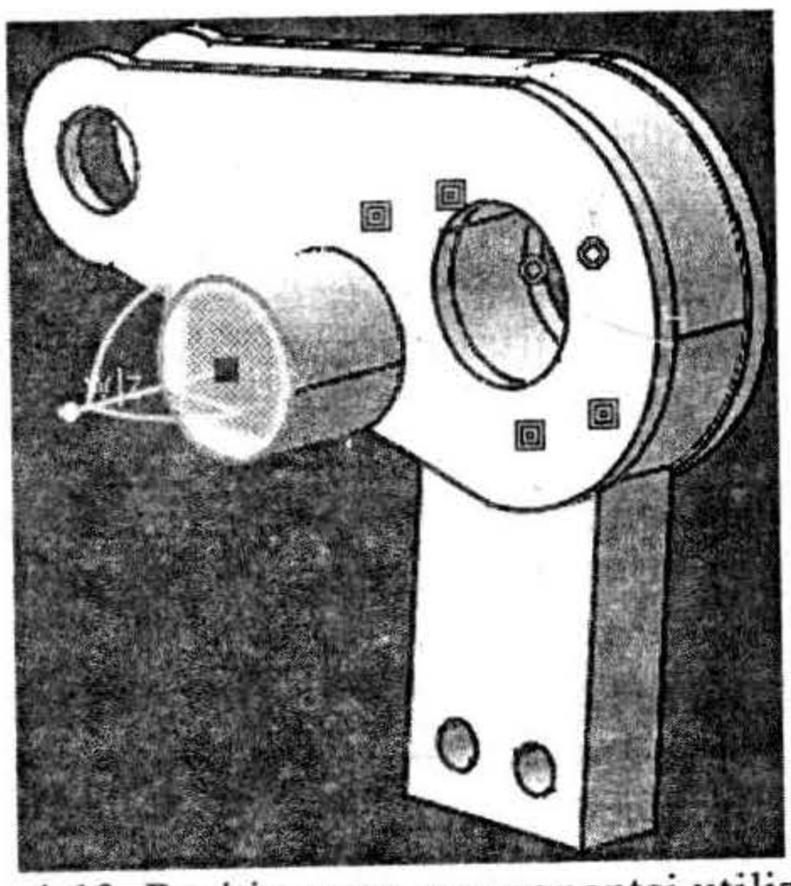


Fig. 4.10. Poziționarea componentei utilizând compasul

O poziționare la fel de precisă a componentei în cadrul ansamblului se obține şi prin folosirea compasului. Acesta este un instrument util în stabilirea direcțiilor, permițând toate deplasările şi rotirile oferite de instrumentul *Manipulation*, dar care înlătură operațiile de selectare a pictogramelor aferente. În general, compasul se recomandă utilizatorilor de nivel avansat pentru o productivitate ridicată în poziționarea rapidă a componentelor în cadrul ansamblurilor.

Utilizarea compasului începe cu deplasarea şi aşezarea bazei sale (simbolizată de un mic pătrat roşu) pe una din fețele plane ale componentei selectate. Astfel, în figura 4.10, compasul a fost poziționat cu baza pe suprafața plană frontală a piesei cilindrice, simultan, aceasta fiind selectată. În continuare, utilizatorul poate deplasa şi roti piesa, componentă a ansamblului, selectând oricare dintre axele sau planele compasului. Readucerea acestuia în poziția şi orientarea inițială se obține prin deplasarea sa deasupra sistemului ortogonal de axe XYZ, aflat întotdeauna în colțul din dreapta – jos al ecranului de lucru.

4.4. Aplicarea constrângerilor de asamblare

4.4.1. Stabilirea constrângerilor de asamblare

Constrângerile de asamblare permit utilizatorului poziționarea corectă a unor componente mecanice în relație cu alte componente ale unui ansamblu. Operația de constrângere este simplă şi intuitivă, utilizatorul trebuie doar să specifice tipul de constrângere pe care doreşte să îl aplice unei perechi de componente, iar CATIA le va poziționa automat. De asemenea, se pot utiliza constrângeri pentru a indica diferite relații mecanice între componente. În acest caz, constrângerile sunt incluse în specificațiile ansamblului.

La aplicarea constrângerilor de asamblare se au în vedere următoarele aspecte foarte importante:

- constrângerile se aplică doar între componentele de tip *child* (copil) ale ansamblului sau subansamblului activ (părinte);
- nu se pot defini constrângeri între două elemente geometrice aparținând aceleiaşi componente;
- nu se pot aplica constrângeri între două componente aparținând aceluiaşi subansamblu dacă acesta nu este activ.

Analizând figura 4.11 se observă următoarele:

a. constrângerea (1) nu poate fi aplicată deoarece *Product K* nu aparţine subansamblului activ *Product B*. Pentru a face posibilă această constrângere, ansamblul *Product A* trebuie activat;

b. constrângerea (2) nu poate fi aplicată deoarece *Product E* şi *Product F* aparţin unui subansamblu, altul decât cel activ (*Product B*). Pentru a face posibilă această constrângere, subansamblul *Product D* trebuie activat;

c. constrângerea (3) poate fi aplicată deoarece *Product C* aparţine subansamblului activ *Product B*, iar *Product E* este conţinut în *Product D*, care face, de asemenea, parte din subansamblul activ *Product B*.

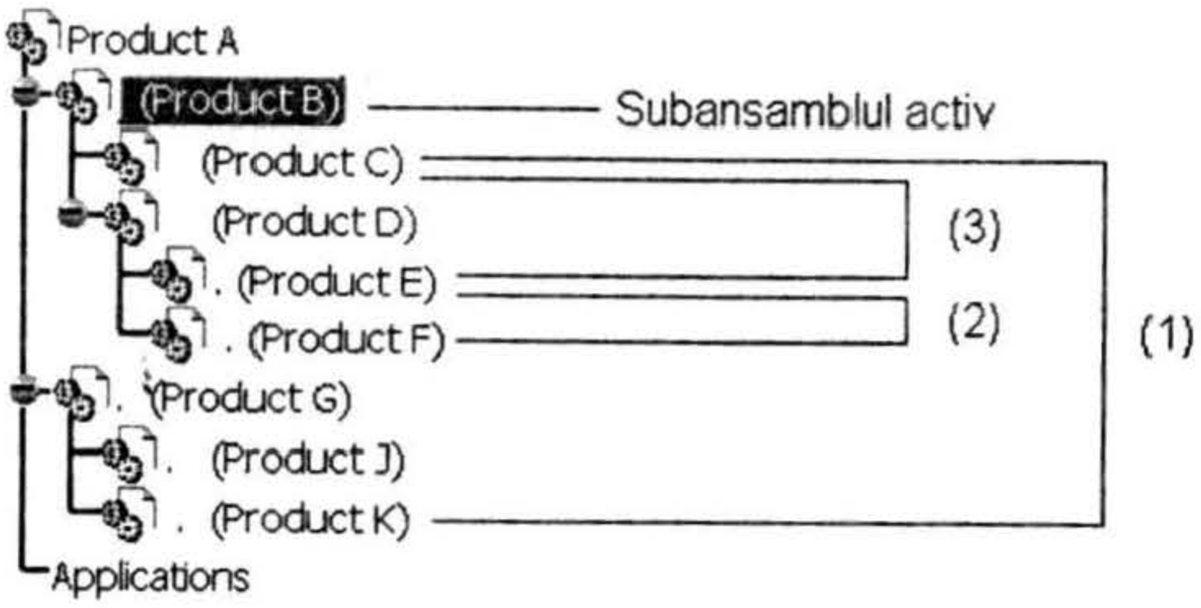


Fig. 4.11. Situaţii de constrângeri de asamblare

Fig. 4.12. Simbolizarea constrângerilor în arborele de specificaţii

Odată stabilite, constrângerile apar în arborele de specificaţii, în secţiunea *Constraints* şi sunt definite grafic printr-un simbol, un nume şi cele două elemente componente, aşa cum rezultă din figura 4.12.

Proprietăţile constrângerilor sunt modificabile de către utilizator cu ajutorul opţiunii "*Properties*" din meniul contextual, şi anume: denumirea constrângerii, elementele geometrice (de tip punct, linie sau plan) şi componentele între care respectiva constrângere a fost aplicată (figura 4.13). Utilizatorul are, astfel, posibilitatea de a înlocui o componentă a constrângerii cu alta, respectând, însă, condiţiile impuse.

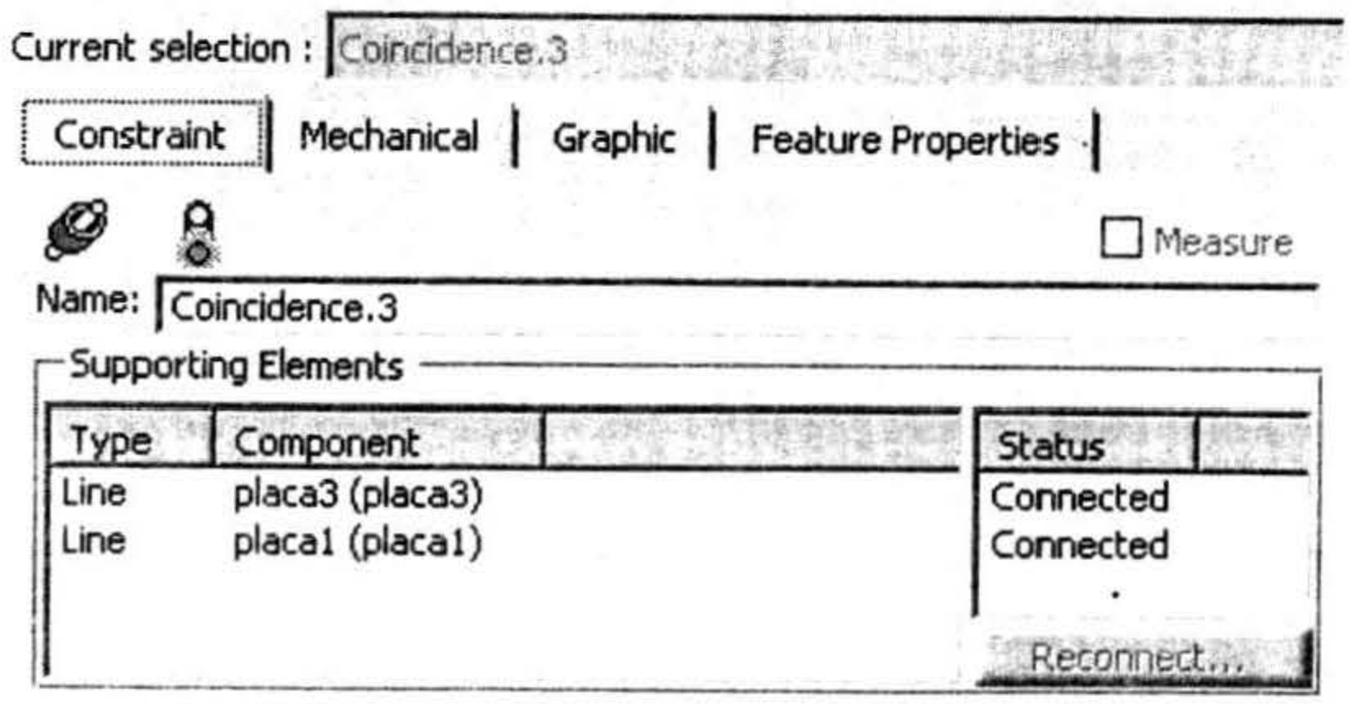


Fig. 4.13. Modificarea proprietăţilor constrângerilor

De asemenea, în meniul contextual apare şi opţiunea activării/dezactivării sau ştergerii unei constrângeri. La crearea sa, o constrângere este, în mod implicit, activă şi influenţează componentele între care s-a aplicat.

Evident, dacă utilizatorul decide dezactivarea constrângerii, aceasta nu mai influenţează componentele, chiar dacă rămâne în continuare prezentă în arborele de specificaţii.

4.4.2. Crearea constrângerilor de coincidență

Constrângerile de-coincidență sunt utilizate pentru a alinia elementele geometrice ale componentelor unui ansamblu. În funcție de natura acestor elemente selectate, se pot obține constrângeri de concentricitate, coaxialitate sau coplanaritate. Toleranța implicită (cea mai mică distanță folosită pentru a diferenția două elemente) este stabilită la valoarea de 0,001 mm. În tabelul 1 sunt prezentate elementele geometrice între care se pot aplica constrângeri de coincidență.

Tabelul 1. Elementele admise pentru constrângerile de coincidență

Coincidență	**Punct**	**Linie**	**Plan**	**Față plană**	**Sferă (punct)**	**Cilindru (axă)**
Punct	Da	Da	Da	Nu	Da	Da
Linie	Da	Da	Da	Nu	Da	Da
Plan	Da	Da	Da	Da	Da	Da
Față plană	Nu	Nu	Da	Da	Nu	Nu
Sferă (punct)	Da	Da	Da	Nu	Nu	Nu
Cilindru (axă)	Da	Da	Da	Nu	Nu	Nu

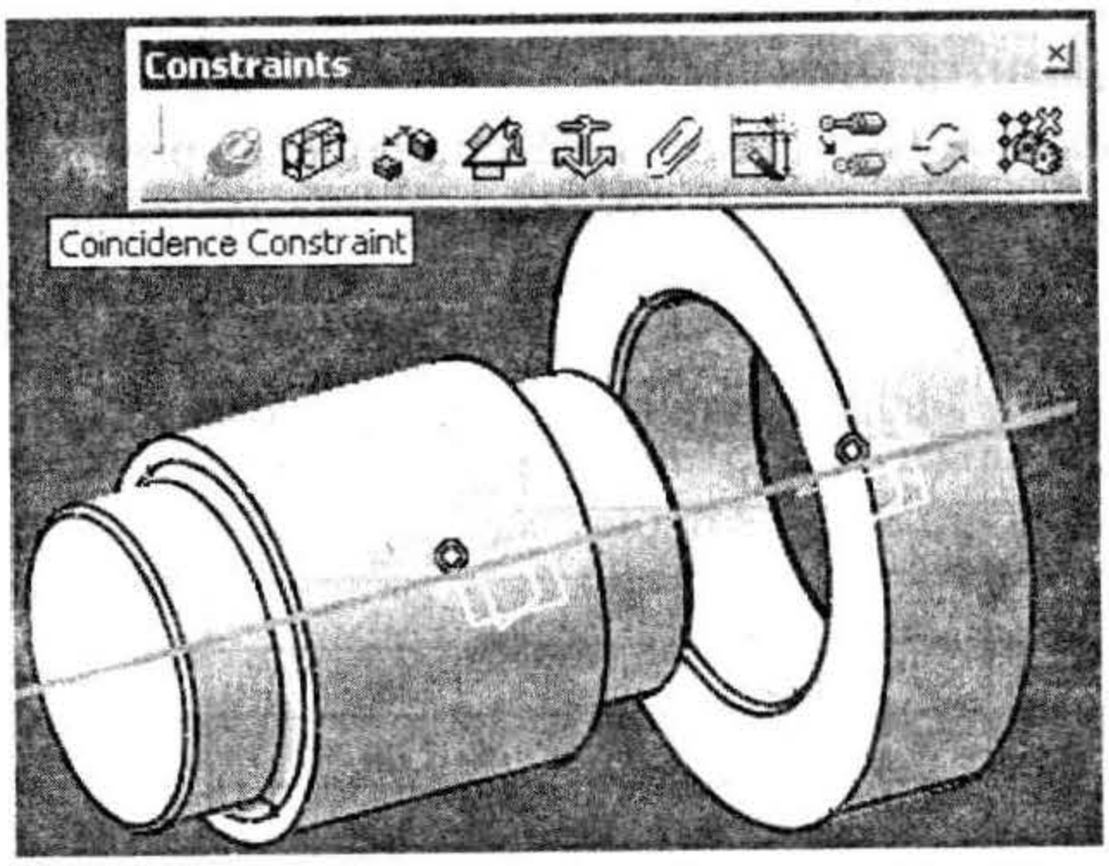


Fig. 4.14. Stabilirea constrângerii de coincidență între axele a două componente

Crearea unei constrângeri de coincidență presupune parcurgerea următoarelor etape: se apasă pictograma "*Coincidence Constraint*" din bara de instrumente *Constraints*, se selectează un element geometric al primei componente, apoi un element geometric al celei de-a doua componente.

În exemplul din figura 4.14 se prezintă două componente, ambele piese de revoluție: un arbore și o bucșă.

Cele două componente au câte o axă de rotație. Condiția de bază de funcționare a ansamblului ce se constituie este ca axele lor de rotație să coincidă.

4.4.3. Crearea constrângerilor de contact

Constrângerile de contact sunt create între două elemente geometrice de tip suprafață plană. Zona comună a acestor două suprafețe poate fi un plan (contact după un plan), o linie (contact după o linie) sau un punct (contact în punct). În tabelul 2 sunt prezentate elementele geometrice între care se aplică constrângeri de contact.

Tabelul 2. Elementele admise pentru constrângerile de contact

Contact	**Față plană**	**Sferă**	**Cilindru**	**Con**	**Cerc**
Față plană	Da	Da	Da	Nu	Nu
Sferă	Da	Da	Nu	Da	Da
Cilindru	Da	Nu	Da	Nu	Nu
Con	Nu	Da	Nu	Da	Da
Cerc	Nu	Da	Nu	Da	Nu

Crearea unei constrângeri de contact presupune parcurgerea următoarelor etape: se apasă pictograma "*Contact Constraint*" din bara de instrumente *Constraints*, se selectează un element geometric al primei componente, apoi un element geometric al celei de-a doua componente.

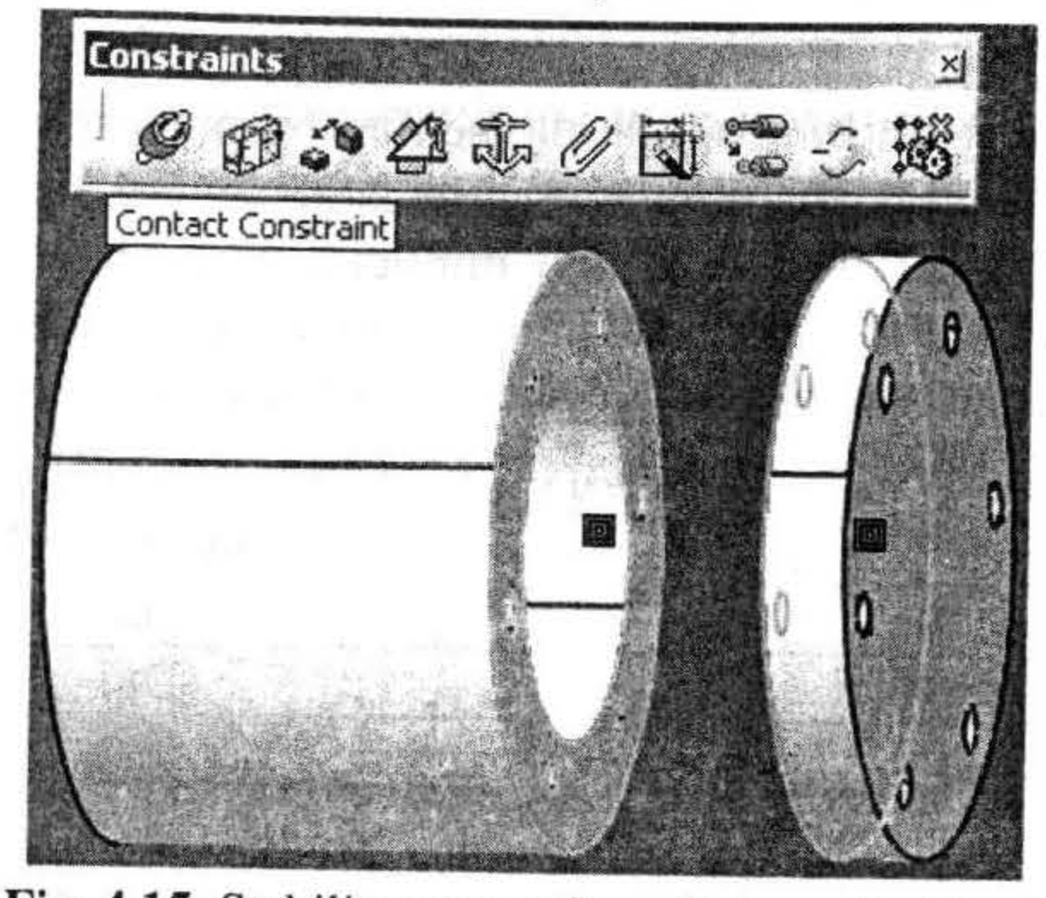


Fig. 4.15. Stabilirea constrângerii de contact între suprafețele frontale ale componentelor

În exemplul din figura 4.15 se consideră două componente (piese): un cilindru şi un capac, ambele prevăzute cu găuri pentru şuruburile de asamblare.

Pentru a realiza asamblarea, cele două componente prezintă suprafețe plane frontale. Condiția principală de funcționare a ansamblului impune ca aceste suprafețe să se afle în contact.

În urma aplicării constrângerii de contact, una dintre componentele selectate este deplasată automat față de cealaltă, astfel încât constrângerea să fie îndeplinită. Totodată, se asigură şi coaxialitatea găurilor pentru şuruburi.

4.4.4. Crearea constrângerilor de distanță liniară

Definirea unei constrângeri de distanță liniară (offset) între două componente presupune specificarea orientării suprafețelor plane, valoarea distanței fiind întotdeauna afişată alături de simbolul constrângerii. În tabelul 3 sunt prezentate elementele geometrice între care se stabilesc constrângeri de distanță liniară.

Tabelul 3. Elementele admise pentru constrângerile de distanță liniară

Distanță liniară	**Punct**	**Linie**	**Plan**	**Față plană**
Punct	Da	Da	Da	Nu
Linie	Da	Da	Da	Nu
Plan	Da	Da	Da	Da
Față plană	Nu	Nu	Da	Da

Crearea unei constrângeri de distanță liniară presupune parcurgerea următoarelor etape: se apasă pictograma "*Offset Constraint*" din bara de instrumente *Constraints*, se selectează o suprafață plană a primei componente, o suprafață plană a celei de-a doua componente, se stabileşte orientarea (*Undefined*, *Same*, *Opposite*) şi valoarea distanței între cele două suprafețe plane (*Offset*).

În exemplul din figura 4.16 se consideră drept componente, două piese de tip placă, care prezintă suprafețe plane. Între două suprafețe plane alăturate, aparținând fiecare unei componente, se stabileşte o constrângere de distanță liniară cu valoare de 60 mm şi orientare *Opposite*.

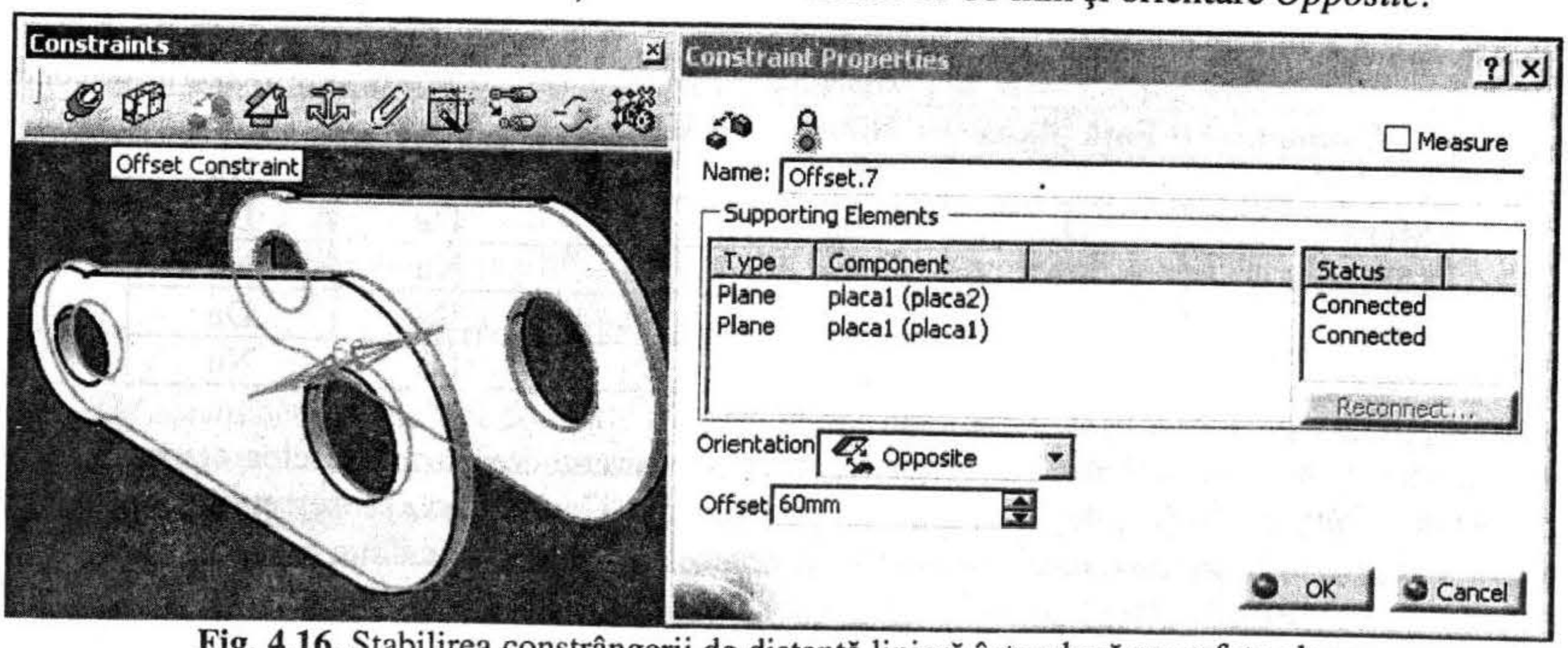


Fig. 4.16. Stabilirea constrângerii de distanță liniară între două suprafețe plane

De asemenea, şi în cazul constrângerii de distanţă liniară, una din componentele selectate se deplasează la distanţa specificată faţă de cealaltă componentă, astfel încât constrângerea să fie îndeplinită.

4.4.5. Crearea constrângerilor de distanţă unghiulară

Definirea unei constrângeri de distanţă unghiulară (angle) între două componente presupune specificarea tipului de constrângere (*Angle*, *Parallelism* sau *Perpendicularity*), elementele geometrice între care se aplică constrângerea, valoarea unghiului şi a sectorului pe cercul trigonometric în care acesta se măsoară.

Valoarea unghiului este întotdeauna afişată alături de simbolul constrângerii. În tabelul 4 sunt prezentate elementele geometrice între care se pot aplica constrângeri de distanţă unghiulară.

Tabelul 4. Elementele admise pentru constrângerile de distanţă unghiulară

Distanţă unghiulară	**Linie**	**Plan**	**Faţă plană**	**Cilindru (axă)**	**Con (axă)**
Linie	Da	Da	Da	Da	Da
Plan	Da	Da	Da	Da	Da
Faţă plană	Da	Da	Da	Da	Da
Cilindru (axă)	Da	Da	Da	Da	Da
Con (axă)	Da	Da	Da	Da	Da

Crearea unei constrângeri de distanţă unghiulară presupune parcurgerea următoarelor etape: se apasă pictograma "*Angle Constraint*" din bara de instrumente *Constraints*, se selectează un element geometric al primei componente, apoi un element geometric al celei de-a doua componente, se stabileşte valoarea unghiului şi a sectorului pe cercul trigonometric în care acesta se măsoară.

În exemplul din figura 4.17 se consideră, drept componente, două piese de tip placă, utilizate şi în exemplul precedent. Între două suprafeţe plane alăturate, aparţinând fiecare unei componente, se stabileşte o constrângere de distanţă unghiulară cu valoare de 60^0, în primul sector pe cercul trigonometric.

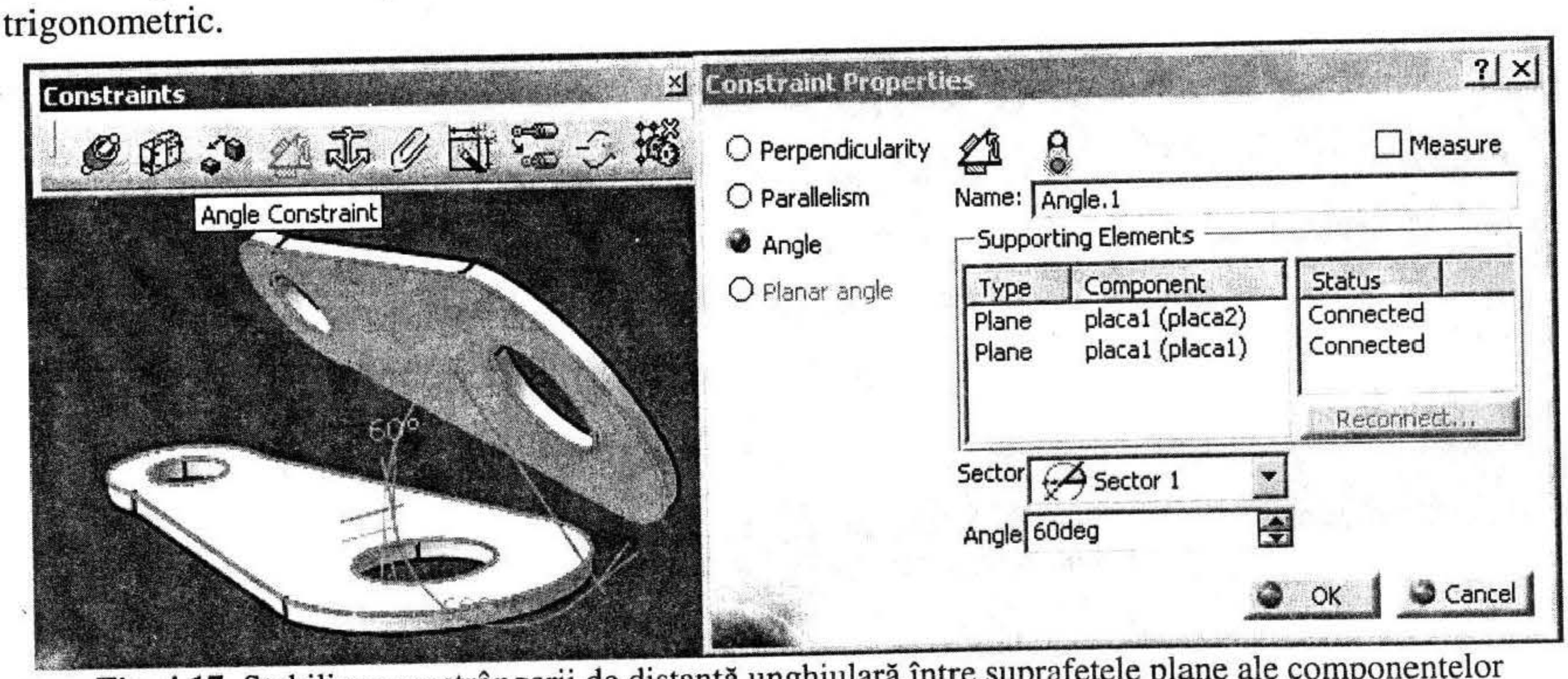


Fig. 4.17. Stabilirea constrângerii de distanţă unghiulară între suprafeţele plane ale componentelor

În urma aplicării constrângerii de distanţă unghiulară, o componentă se roteşte cu unghiul specificat faţă de cealaltă componentă, astfel încât constrângerea să fie îndeplinită.

4.4.6. Fixarea componentelor

Fixarea unei componente are ca efect prevenirea deplasării sale în momentul stabilirii unei constrângeri de asamblare. Modulul CATIA Assembly Design pune la dispoziția utilizatorului două modalități de fixare a unei componente:

a. fixare a poziției relativ la originea geometrică a ansamblului din care face parte componenta, ceea ce se traduce prin setarea unei poziții absolute. Această operație poartă numele de "*Fix in space*" (fixare în spațiu);

b. fixare a poziției în funcție de alte componente din ansamblu, adică stabilirea unei poziții relative. Această operație poartă numele de "*Fix*" (fixare).

Diferența între cele două modalități de fixare constă în faptul că, prin setarea unei poziții absolute (*Fix in space*), în cazul manipulării componentei respective, aceasta va reveni întotdeauna la poziția fixată, în momentul în care ansamblul din care face parte este actualizat. Actualizarea se face prin utilizarea opțiunii "*Update*" din meniul [Edit].

Înaintea fixării componentei, utilizatorul trebuie să se asigure că aceasta aparține ansamblului definit ca activ.

Fixarea unei componente presupune parcurgerea următoarelor etape: se apasă pictograma "*Fix Component*" din bara de instrumente *Constraints* și se selectează componenta respectivă. Constrângerea de fixare se activează implicit prin setarea poziției absolute (*Fix in space*), iar un simbol, reprezentând o ancoră, este afișat, atât alături de componenta fixată, cât și în arborele de specificații, împreună cu celelalte constrângeri impuse ansamblului.

În exemplul din figura 4.18 se consideră drept componente, două piese: o placă ce prezintă o gaură și un bolț. Între axa găurii executate în placă și axa de rotație a bolțului s-a stabilit o constrângere de coincidență. Indiferent ce alte constrângeri s-ar aplica celor două piese, placa trebuie să rămână fixă, iar bolțul să se deplaseze în vederea asamblării. Placa se fixează în poziție absolută (*Fix in space*).

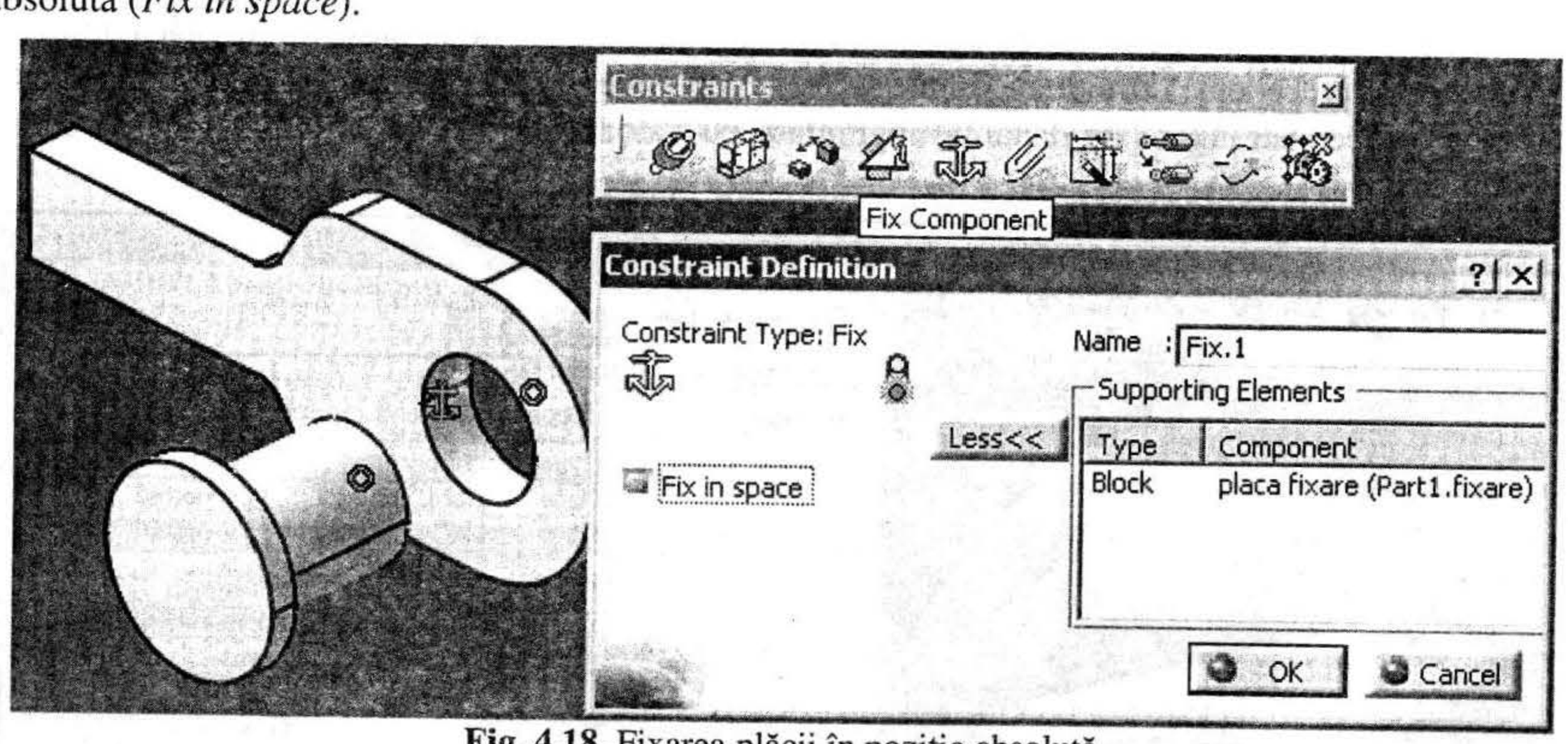


Fig. 4.18. Fixarea plăcii în poziție absolută

Pe figură se observă proprietățile constrângerii de fixare, accesibile din meniul contextual prin opțiunea "*Properties*".

Dacă utilizatorul dorește ca fixarea unei componente să se realizeze prin stabilirea unei poziții relative față de celelalte componente ale ansamblului, trebuie să debifeze opțiunea "*Fix in space*" din fereastra de dialog "*Constraint Definition*".

În cadrul unui ansamblu complex, este deseori necesar ca subansamblurile sale să se comporte unitar, iar utilizatorul să nu fie nevoit să urmărească poziția relativă a componentelor unui astfel de subansamblu. Fixarea mai multor componente împreună, astfel încât toate să se comporte

ca un tot unitar în timpul operației de asamblare, se realizează folosind instrumentul de constrângere de asamblare *Fix Together*. Înaintea fixării împreună a componentelor selectate, utilizatorul trebuie să se asigure că acestea aparțin subansamblului definit ca activ.

Ca efect imediat, deplasarea sau rotirea uneia dintre componentele fixate împreună conduce la deplasarea sau rotirea întregului grup de componente considerate.

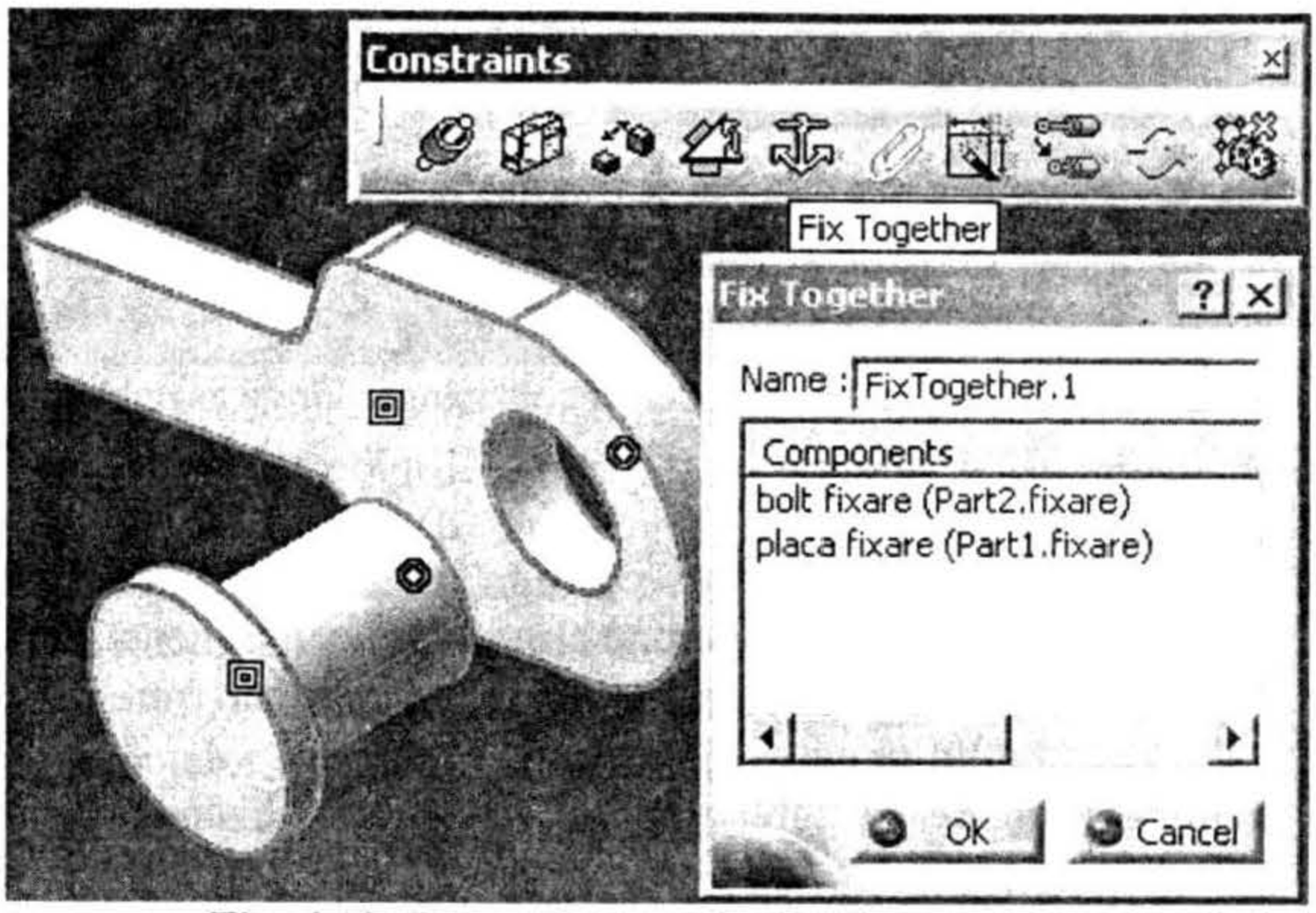


Fig. 4.19. Fixarea împreună a două componente

În exemplul din figura 4.19, cele două piese (placa şi bolțul) sunt fixate împreună deoarece vor fi utilizate în cadrul unui ansamblu complex.

Fixarea împreună a acestor componente presupune parcurgerea următoarelor etape: se apasă pictograma "*Fix Together*" din bara de instrumente *Constraints*, iar în fereastra de dialog apărută se selectează cele două componente şi se stabileşte numele noii constrângeri, simbolul său fiind reprezentat de o agrafă de birou.

4.4.7. Utilizarea constrângerilor rapide de asamblare

Utilizarea instrumentului *Quick Constraint* are ca efect crearea primei constrângeri posibile, aşa cum este specificată în lista de priorități. Această listă conține cinci constrângeri de asamblare în următoarea ordine: contact de suprafață (*Surface Contact*), coincidență (*Coincidence*), distanță liniară (*Offset*), distanță unghiulară (*Angle*) şi paralelism (*Parallelism*).

4.4.8. Schimbarea constrângerilor de asamblare

Schimbarea unei constrângeri reprezintă înlocuirea tipului său (contact, coincidență, distanță liniară, paralelism etc.) cu un alt tip de constrângere. Această operație este posibilă în funcție de elementele geometrice implicate în tipul de constrângere respectiv, dar şi de celelalte constrângeri existente între componentele ansamblului considerat.

Astfel, în exemplul prezentat în figura 4.20, constrângerea de coincidență între axele celor două componente poate fi înlocuită numai cu o constrângere de paralelism deoarece mai există o constrângere de contact între două suprafețe plane.

De asemenea, această constrângere de contact de suprafață poate fi înlocuită, spre exemplu, cu o constrângere de paralelism sau de distanță liniară, şi nu cu una de distanță unghiulară sau de perpendicularitate, restricția fiind impusă de constrângerea de coincidență între axele celor două componente.

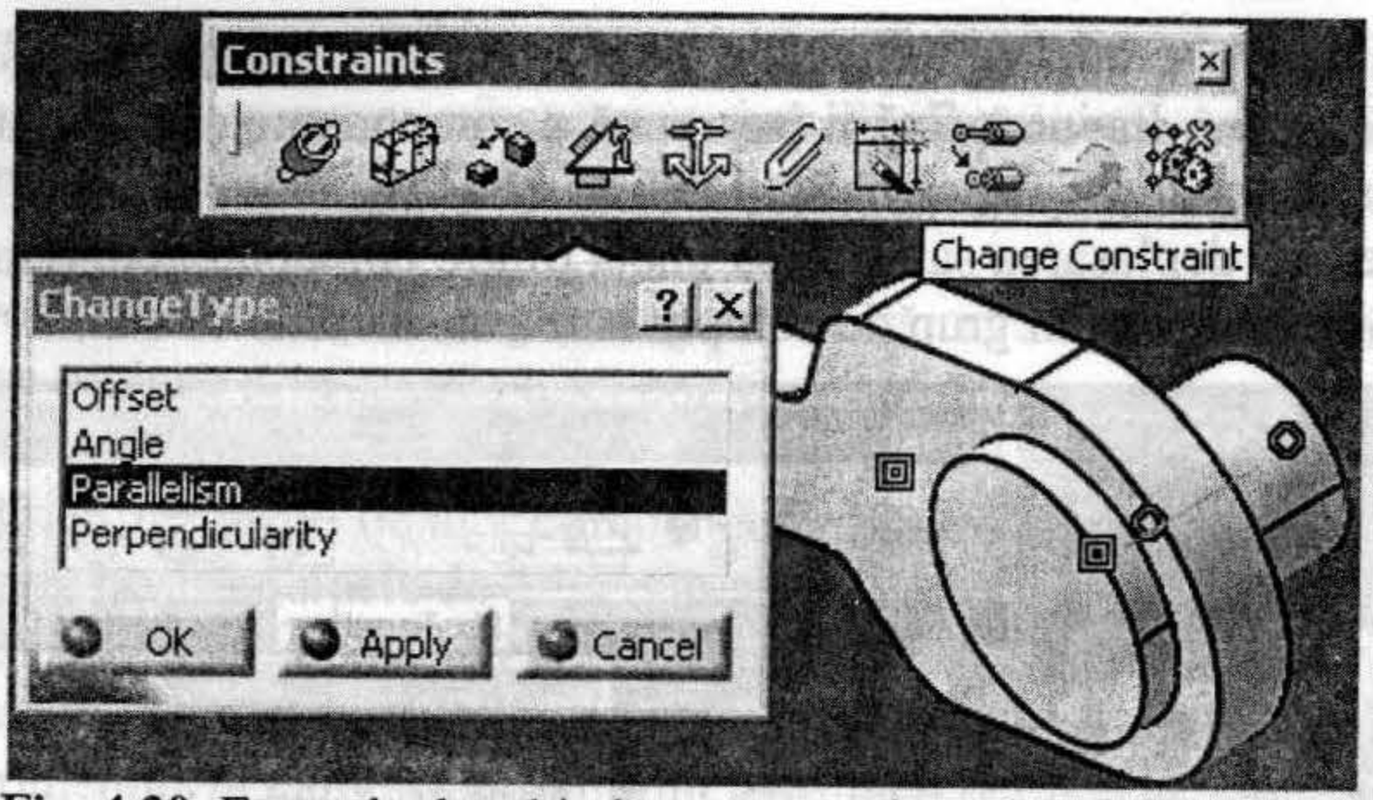


Fig. 4.20. Exemplu de schimbare a constrângerilor de asamblare

4.5. Analiza ansamblului

Analiza ansamblului este necesară doarece oferă utilizatorului diferite informații privind starea constrângerilor, numărul gradelor de libertate ale fiecărei componente, relațiile de dependență între componente sau constrângeri, interferențele între componente sau între subansamble etc. Toate opțiunile de analiză ale ansamblului se găsesc în meniul [Analyze].

Analiza constrângerilor de asamblare se efectuează utilizând opțiunea "*Constraints*", accesarea sa conducând la afișarea ferestrei de informare "*Constraints Analysis*", așa cum este indicată în figura 4.21.

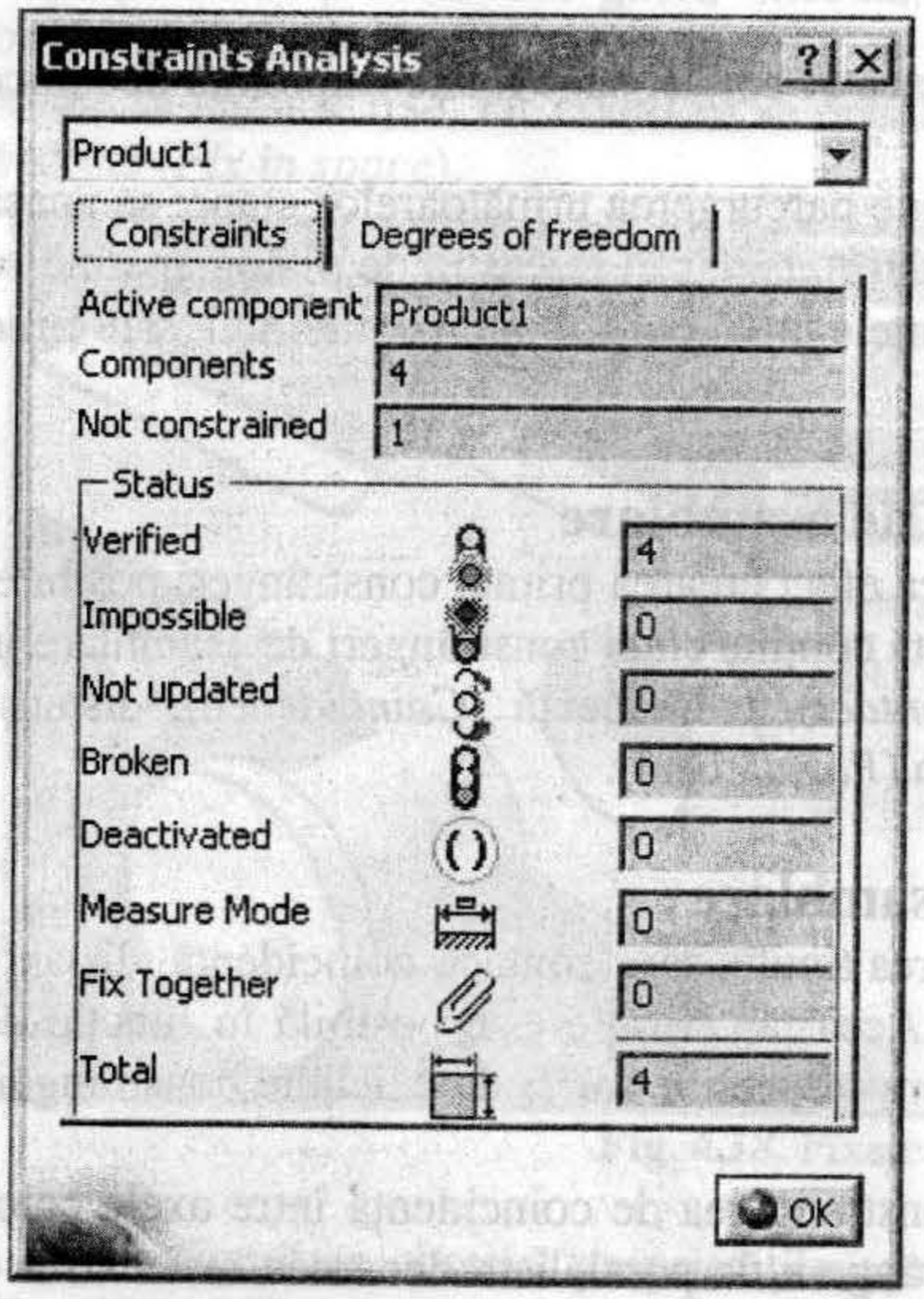


Fig. 4.21. Analiza constrângerilor de asamblare

Această fereastră prezintă două câmpuri de informare, needitabile de către utilizator și care au semnificația următoare:

- primul grup de trei câmpuri afișează numele componentei sau ansamblului activ (*Active component*), numărul componentelor de tip *child* constrânse (*Components*) și conținute de acesta, dar și numărul său de componente de tip *child* neconstrânse (*Not constrained*);
- grupul de câmpuri *Status* prezintă utilizatorului statutul constrângerilor, astfel: numărul constrângerilor verificate (*Verified*), numărul constrângerilor imposibile, adică situațiile în care geometria nu este compatibilă cu constrângerea (*Impossible*), numărul constrângerilor care trebuie reactualizate (*Not updated*), numărul constrângerilor în care lipsește un element de referință (*Broken*), numărul constrângerilor dezactivate (*Deactivated*), numărul constrângerilor din modul de măsurare (*Measure Mode*), numărul operațiilor de fixare utilizate (*Fixed Together*) și numărul total de constrângeri existente în ansamblul activ (*Total*).

Analiza gradelor de libertate pentru oricare componentă a ansamblului se obține utilizând opțiunea "*Degree(s) of freedom*". Astfel, se selectează respectiva componentă, apoi se accesează această opțiune; rezultatul fiind o fereastră de informare, similară celei din figura 4.22, prin care utilizatorul află câte rotații și câte translații deține componenta analizată. Numărul maxim de grade

de libertate este 6, şi anume: 3 rotaţii şi 3 translaţii, relative la cele 3 axe de coordonate ale sistemului R3.

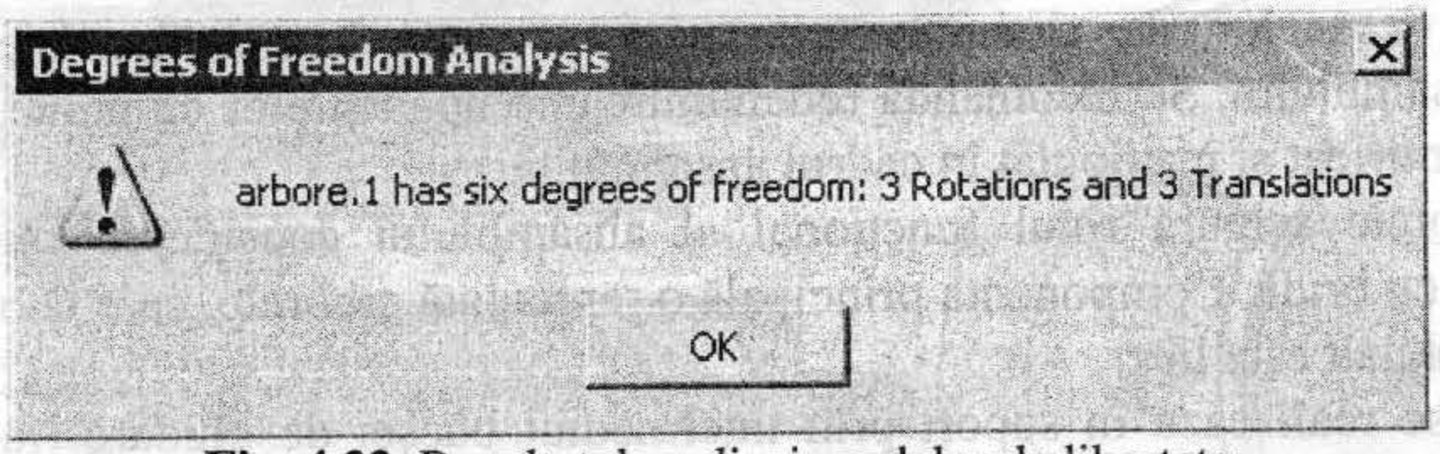


Fig. 4.22. Rezultatul analizei gradelor de libertate

Desigur, în cazul unei componente fixate, indiferent de tipul de fixare (poziţie absolută sau poziţie relativă), numărul gradelor de libertate este zero.

În situaţiile în care ansamblurile devin foarte complexe, cu număr mare de componente, utilizatorul va avea unele dificultăţi în identificarea posibilelor interferenţe între acestea. Interferenţele apar datorită poziţionării relative a componentelor, a stabilirii unor constrângeri de asamblare greşite etc. Identificarea şi eliminarea interferenţelor este absolut necesară deoarece, în majoritatea cazurilor, ansamblul respectiv nu va funcţiona.

Analiza interferenţelor de asamblare se efectuează cu ajutorul opţiunii "*Compute Clash*", accesarea sa conducând la afişarea ferestrei de dialog "*Clash Detection*", aşa cum se prezintă în figura 4.23.

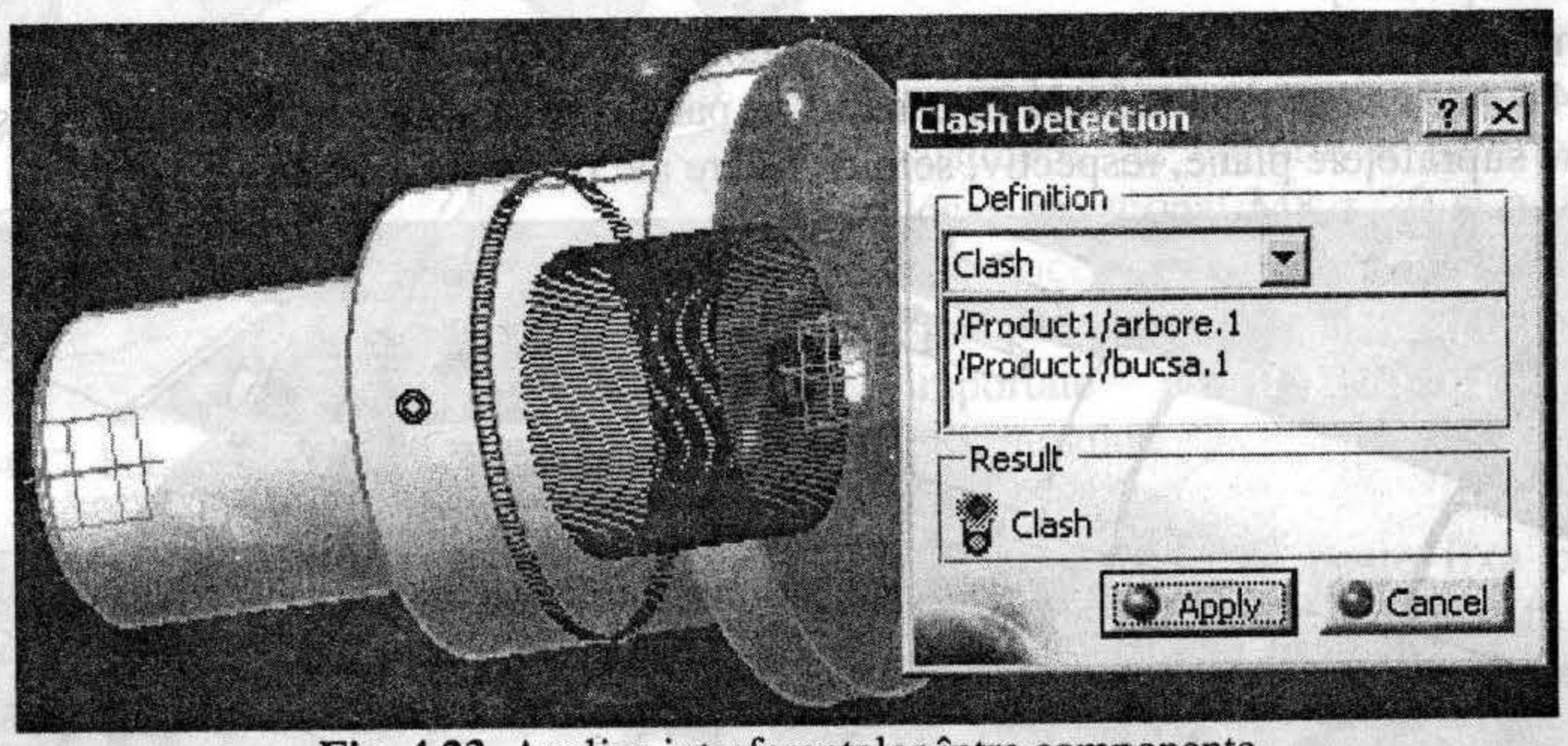


Fig. 4.23. Analiza interferenţelor între componente

Efectuarea analizei are loc în urma unei selecţii multiple a componentelor în arborele de specificaţii al ansamblului, urmată de apăsarea butonului [Apply]. Selecţia multiplă şi, implicit, adăugarea componentelor în lista ferestrei de dialog "*Clash Detection*", se realizează prin apăsarea tastei Ctrl, simultan cu alegerea componentei în arborele de specificaţii. În cazul în care programul detectează interferenţe într-o anumită zonă, aceasta este evidenţiată printr-o haşură de culoare roşie.

4.6. Aplicaţie

În această aplicaţie se consideră un ansamblu format din 12 componente diferite: un arbore, o pană paralelă, o bucşă cu bridă, o bucşă de ghidare, un suport, o placă de susţinere, un inel distanţier, un inel de siguranţă, o şaibă de asamblare, un şurub cu cap hexagonal M8 x 25, patru şuruburi cu locaş hexagonal M8 x 20 şi două ştifturi cilindrice Ø8 x 32.

Pentru fiecare componentă a ansamblului se va prezenta şi desenul de execuţie, cu excepţia şuruburilor şi a ştiftului, deoarece acestea sunt elemente de asamblare ISO, importate din catalogul

implicit al programului CATIA. Funcțional, ansamblul considerat poate face parte dintr-un dispozitiv de control dimensional.

Pe baza desenelor de execuție prezentate se vor desena în fișiere separate toate componentele ansamblului. Se recomandă redenumirea componentelor cu nume sugestive pentru a fi mai ușor de identificat și manipulat în cadrul ansamblului.

Componentele asigură rolul funcțional al ansamblului considerat: mișcare de oscilare, acționat de bucșa cu bridă. Componenta principală o reprezintă arborele, care la un capăt este ghidat în suport, iar la celălalt este liber.

Ghidarea se realizează în suport prin intermediul bucșei de ghidare (lagăr cu alunecare). Preluarea gradului de libertate pe direcție axială a arborelui este asigurată de inelul de siguranță fixat pe arbore și de inelul distanțier.

La capătul liber, pe arbore se asamblează bucșa cu bridă folosind pana paralelă. Această bucșă este fixată axial cu șurub și șaibă de asamblare.

Suportul se poate fixa în trei poziții diferite pe placa de suținere prin intermediul a câte două știfturi cilindrice și a patru șuruburi cu locaș hexagonal.

Între toate componentele ansamblului se stabilesc constrângeri de asamblare (coincidență și contact). Constrângerile aplicate, împreună cu simbolurile și numele componentelor constrânse, sunt afișate în arborele de specificații.

Pentru a insera o componentă în ansamblu se selectează *Product.1* (rădăcina arborelui de specificații), apoi se utilizează instrumentul *Existing Component* din bara *Product Structure Tools* sau din meniul [Insert].

Prima componentă inserată în ansamblul considerat este arborele, urmat de pana paralelă (figura 4.24). Aceasta se poziționează în canalul de pană, frezat în arbore, utilizând constrângeri de contact între suprafețele plane, respectiv, semicirculare ale penei și canalului de pană.

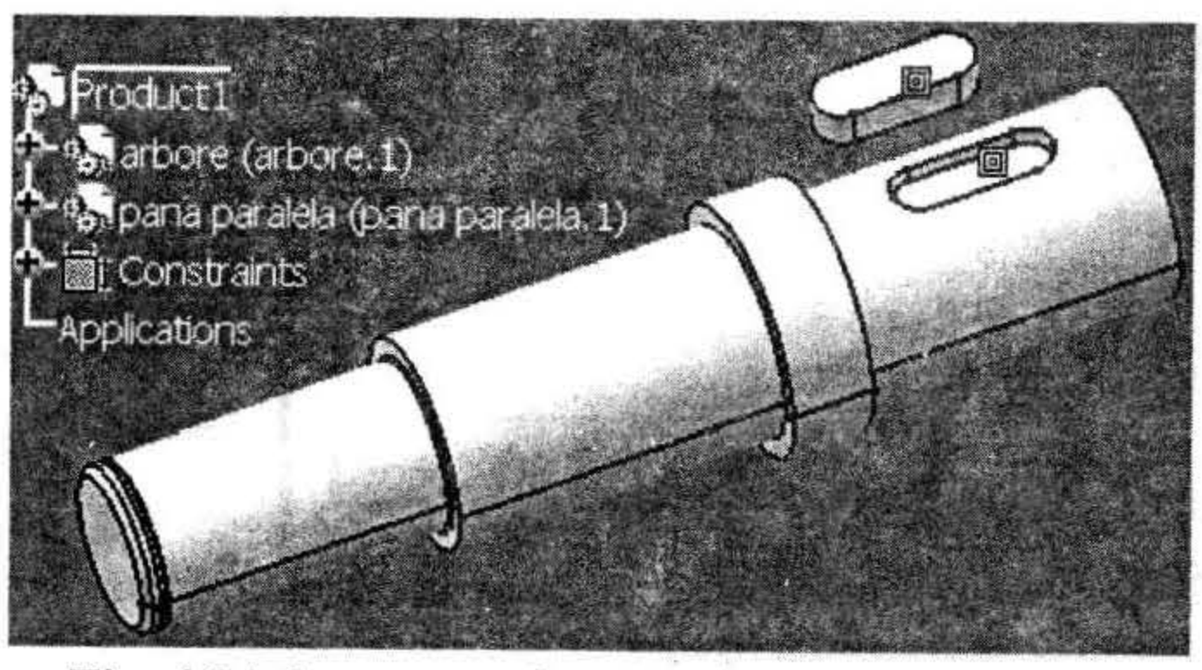


Fig. 4.24. Inserarea arborelui și penei în ansamblu

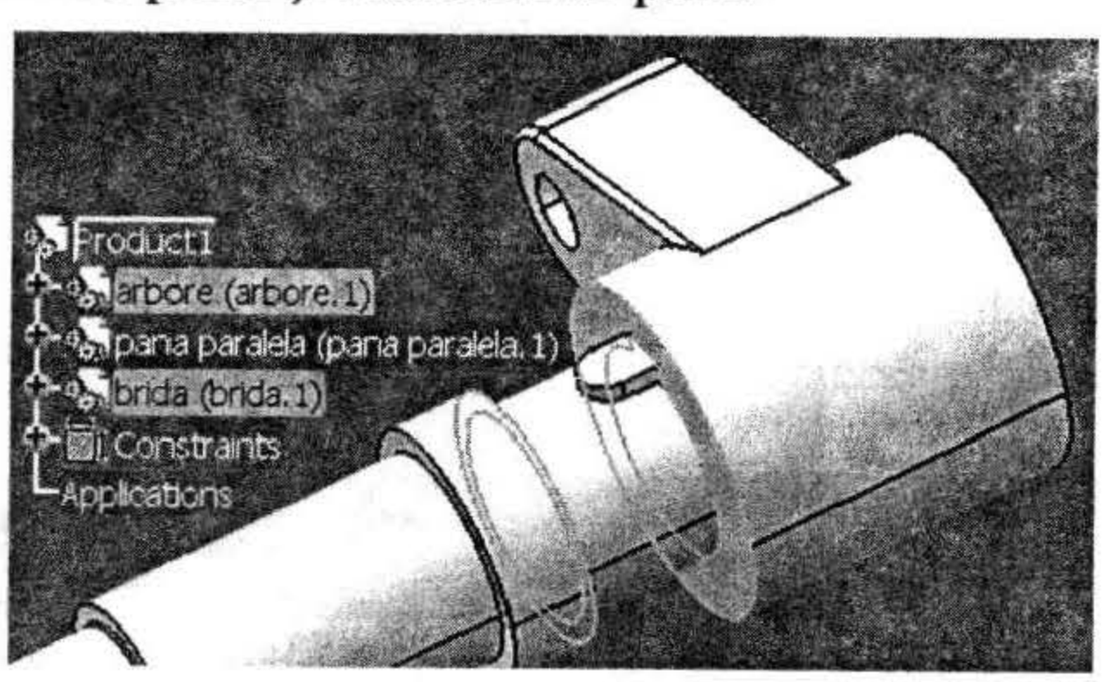


Fig. 4.25. Inserarea bucșei cu bridă în ansamblu

Pentru asamblarea bucșei cu bridă la cele două componente existente, arborele și pana sunt necesare următoarele constrângeri: o constrângere de coincidență între axa arborelui și axa bucșei, o constrângere de contact între o suprafață plană laterală a penei și o suprafață plană laterală a canalului de pană executat în bucșă și o constrângere de contact între suprafața plană din dreapta a treptei arborelui și suprafața plană din stânga a bucșei (figura 4.25).

Bucșa cu bridă se fixează axial pe arbore cu șaiba de asamblare și șurubul M8 x 25 cu cap hexagonal. Acesta, fiind STAS, poate fi importat din catalogul implicit al programului CATIA cu ajutorul opțiunii "*Catalog Browser*" din meniul [Tools].

Pentru o poziționare corectă a șaibei de asamblare și a șurubului se utilizează constrângeri de coincidență între axele acestora și axa arborelui, apoi constrângeri de contact între suprafața plană din dreapta a bucșei cu bridă (figura 4.26) și suprafața plană din stânga a șaibei, respectiv, între suprafața plană din dreapta a șaibei și suprafața plană de strângere a șurubului M8 x 25.

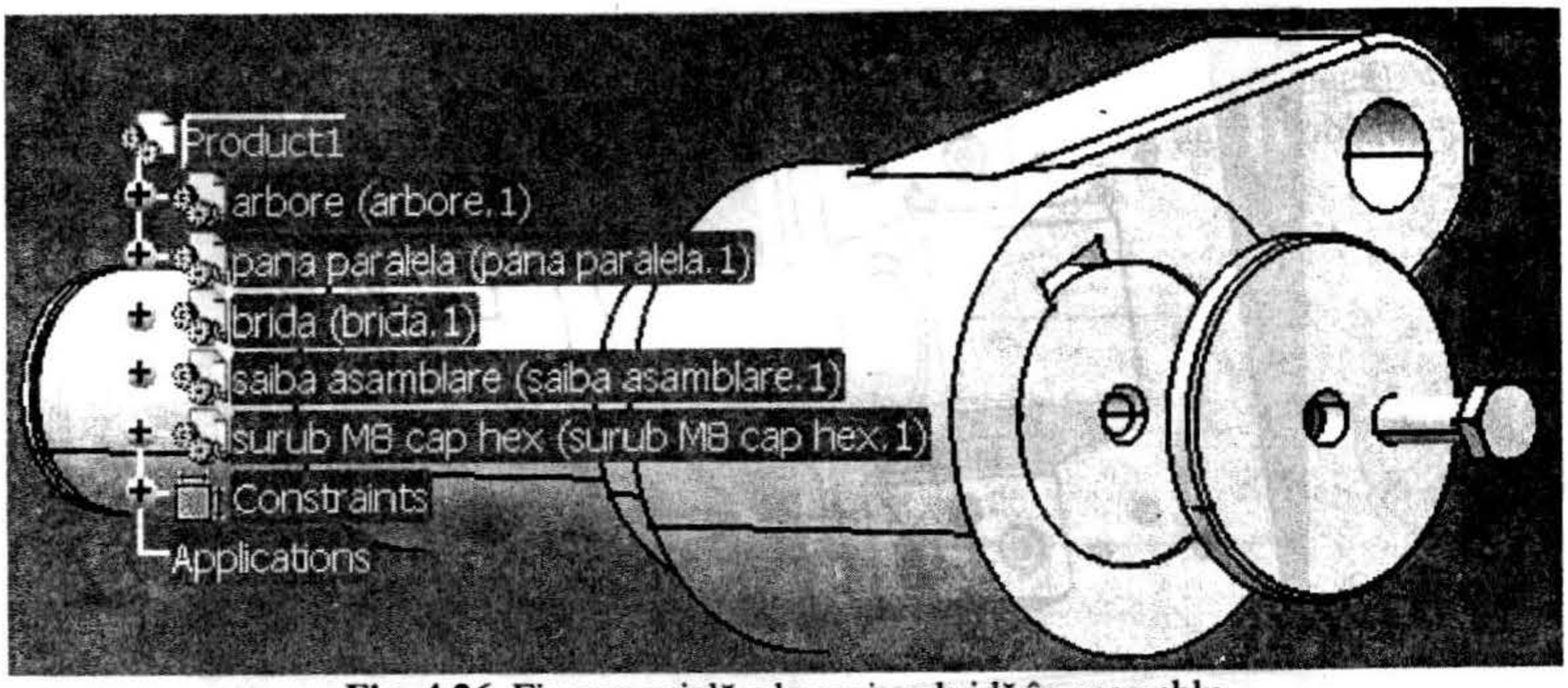


Fig. 4.26. Fixarea axială a bucşei cu bridă în ansamblu

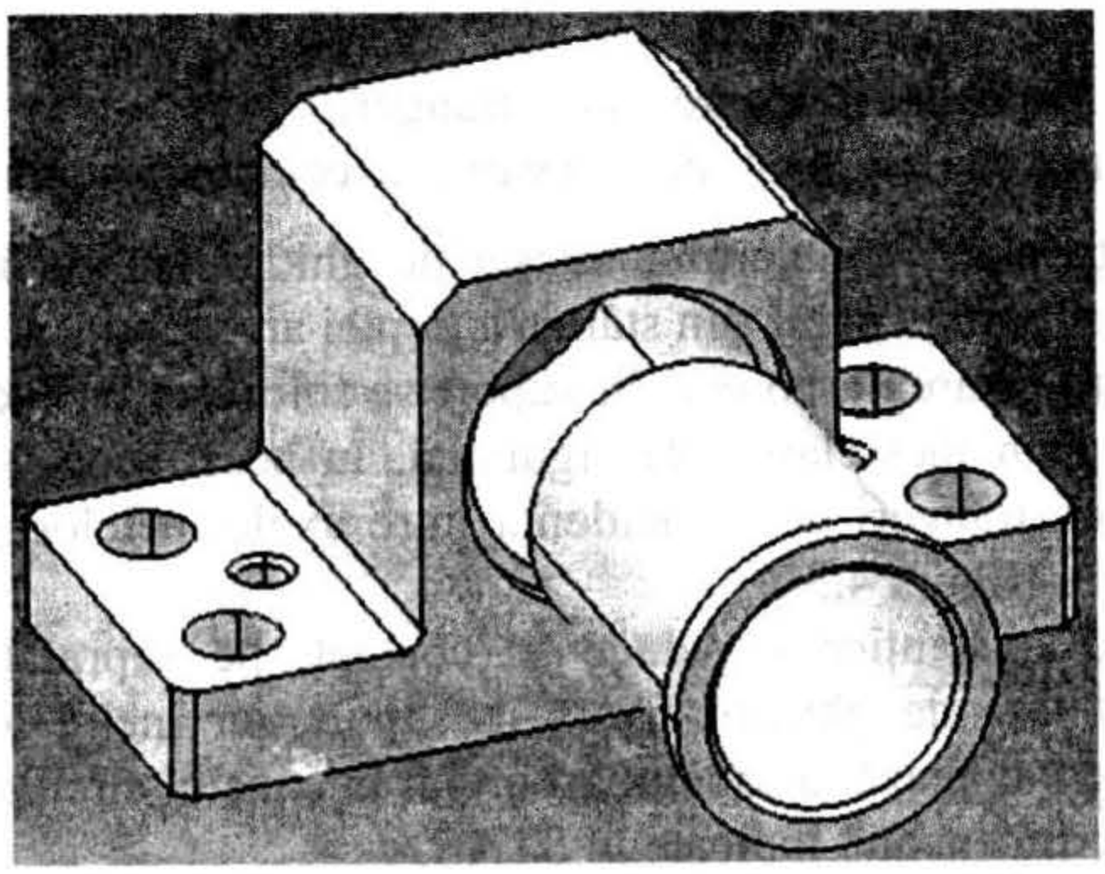


Fig. 4.27. Fixarea bucşei de ghidare în suport

Bucşa de ghidare se orientează şi se introduce în alezajul suportului, astfel încât axa bucşei să coincidă cu axa alezajului acestuia, iar gulerul său să fie în contact cu suprafaţa plană a găurii lărgite a suportului (figura 4.27).

Următoarele componente care se asamblează sunt suportul şi placa de susţinere, cu ajutorul a patru şuruburi cu locaş hexagonal M8 x 20 şi a două ştifturi cilindrice Ø8 x 32. Atât şuruburile, cât şi ştifturile, sunt elemente STAS şi pot fi importate din catalogul implicit al programului.

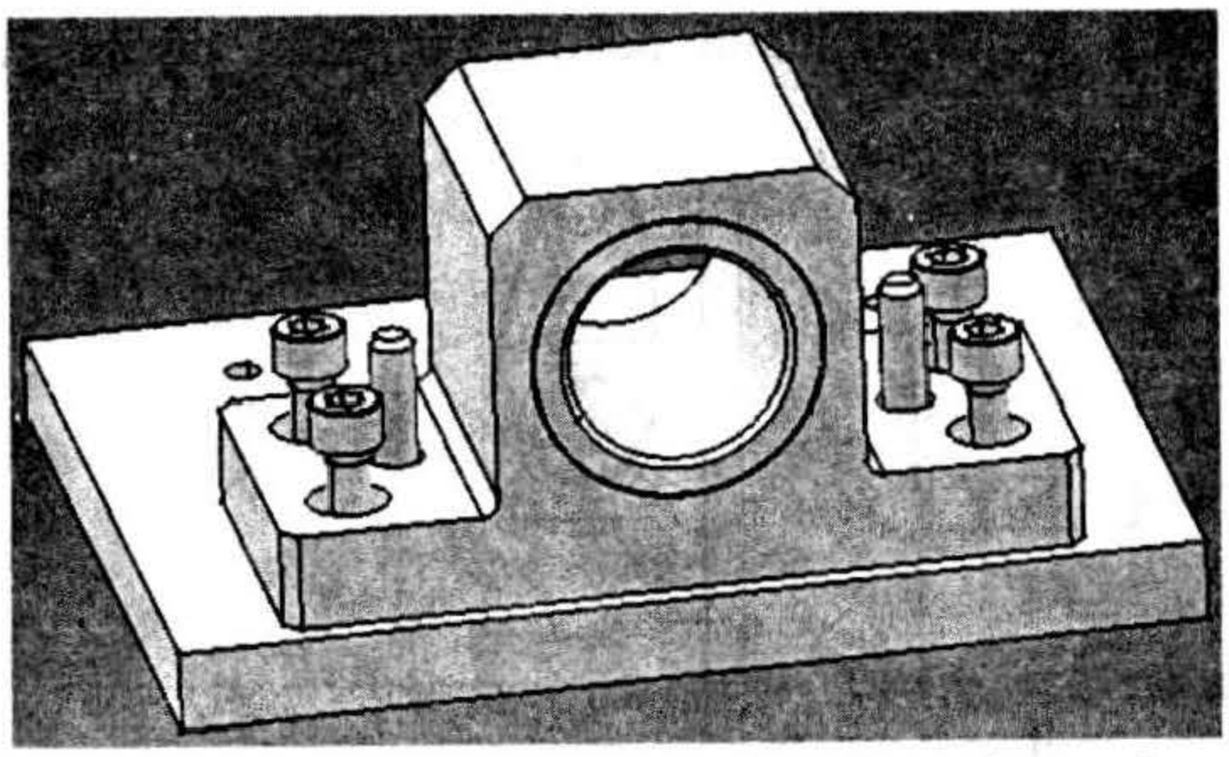


Fig. 4.28. Fixarea suportului pe placa de susţinere prin şuruburi şi ştifturi

Suportul se poate fixa pe placa de susţinere în trei poziţii (figura 4.28), condiţiile de asamblare fiind următoarele:

a. contact între suprafaţa plană a plăcii de susţinere şi suprafaţa plană de aşezare a suportului;

b. coincidenţă între axele şuruburilor, axele găurilor de trecere din suport şi axele găurilor filetate din placa de susţinere;

c. contact între suprafeţele plane ale locaşurilor pentru şuruburi prelucrate în suport şi suprafeţele plane de strângere ale capetelor şuruburilor M8 x 20;

d. coincidenţă între axele ştifturilor şi axele găurilor pentru ştift executate în suport şi în placa de susţinere.

Capătul din stânga al arborelui se orientează şi se asamblează cu suportul în alezajul bucşei de ghidare fixată în suport, aşa cum se observă în figura 4.29.

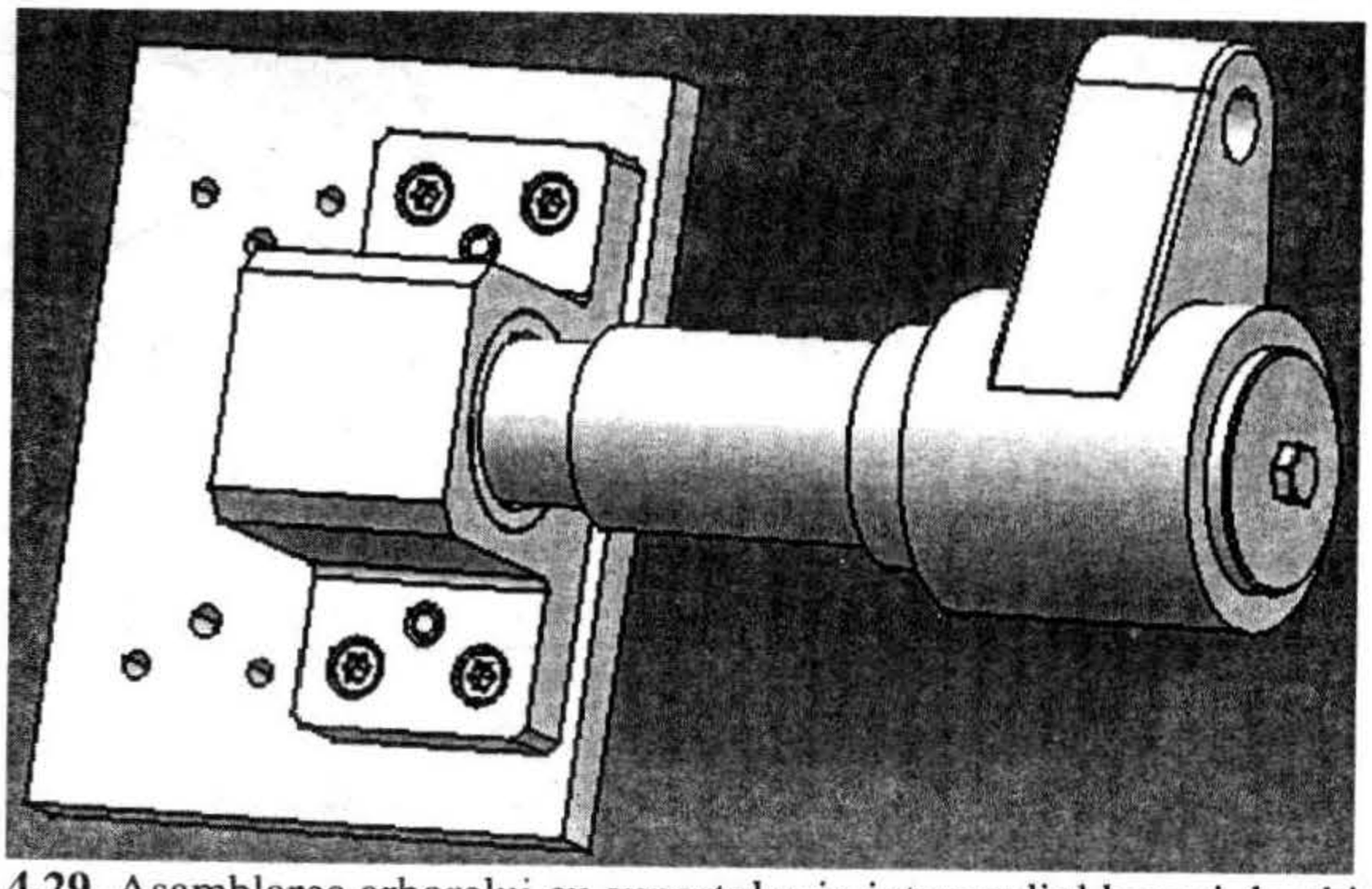


Fig. 4.29. Asamblarea arborelui cu suportul prin intermediul bucşei de ghidare

Asamblarea este posibilă numai dacă se respectă următoarele constrângeri:

a. axa arborelui să coincidă cu axa bucşei de ghidare şi, implicit, cu axa găurii executate în suport;

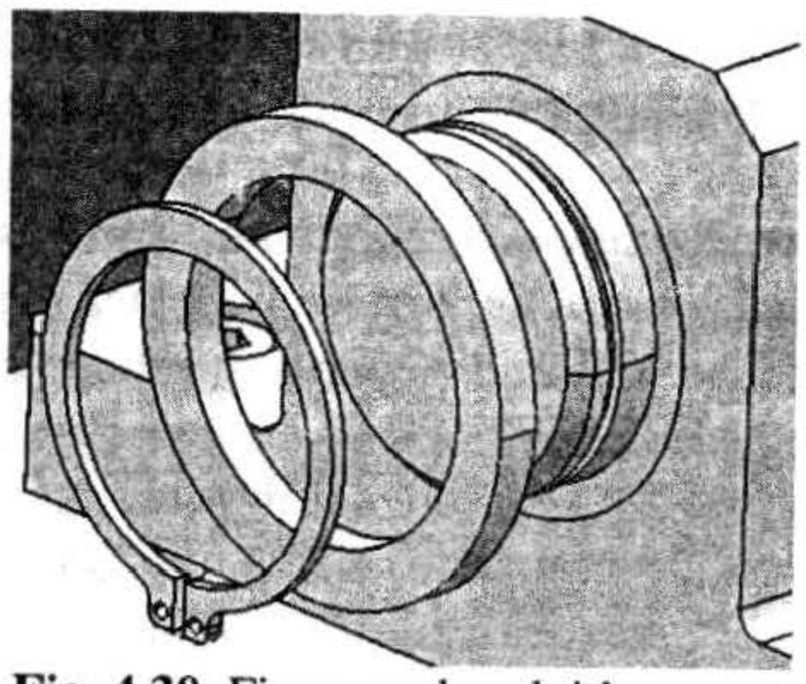


Fig. 4.30. Fixarea arborelui în suport

b. suprafața plană a gulerului bucşei de ghidare să fie în contact cu suprafața plană din stânga a treptei arborelui.

Pentru fixarea arborelui în suport se foloseşte un inel distanțier şi un inel elastic de siguranță. În acest scop, se stabilesc constrângeri de coincidență între axele inelelor şi axa arborelui (figura 4.30).

Inelul distanțier se aduce în contact, pe suprafață plană, cu bucşa de ghidare fixată în suport, iar inelul de siguranță se montează la capătul arborelui în canalul circular prelucrat la dimensiuni indicate în STAS.

În figura 4.31 sunt prezentate proiecții ale ansamblului pentru a-i indica poziția de funcționare.

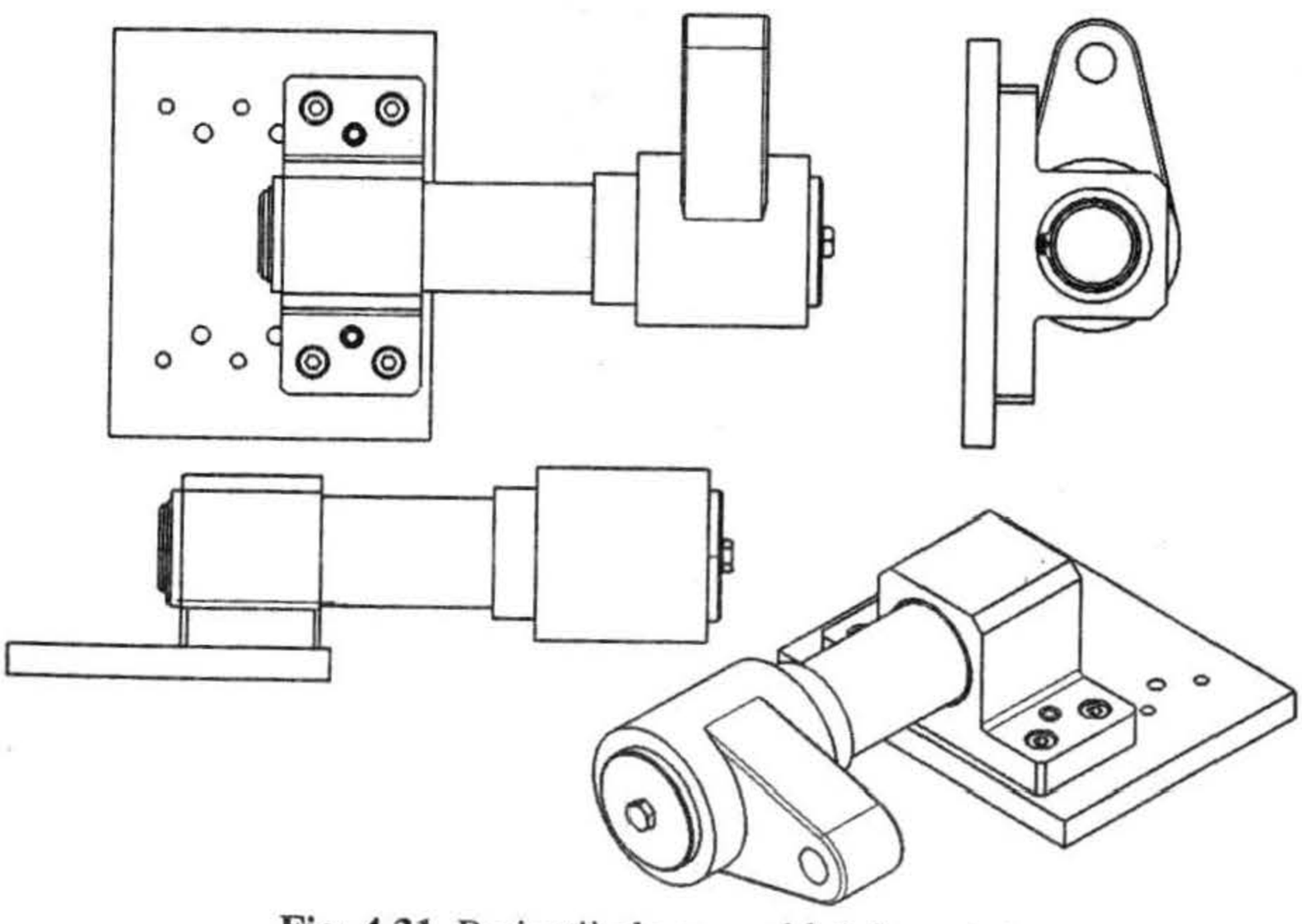


Fig. 4.31. Proiecții ale ansamblului montat

Desenele de execuție ale componentelor ansamblului sunt prezentate în continuare, şi anume: în figurile 4.32 (arbore), 4.33 (bucşă cu bridă), 4.34 (suport), 4.35 (placă), 4.36 (bucşă de ghidare), 4.37 (inel distanțier), 4.38 (inel de siguranță), 4.39 (şaibă de asamblare) şi 4.40 (pană paralelă).

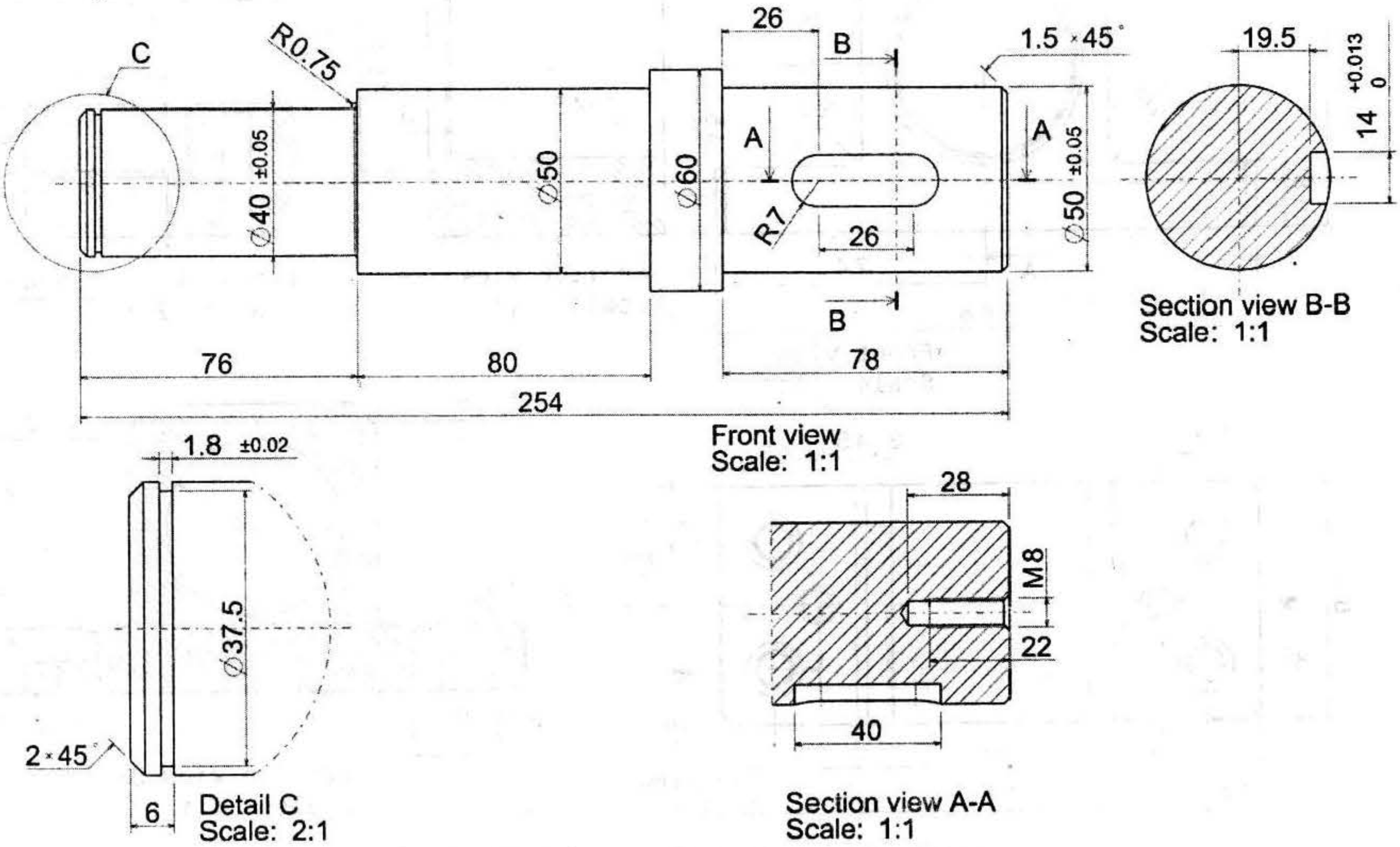


Fig. 4.32. Desenul de execuție al arborelui

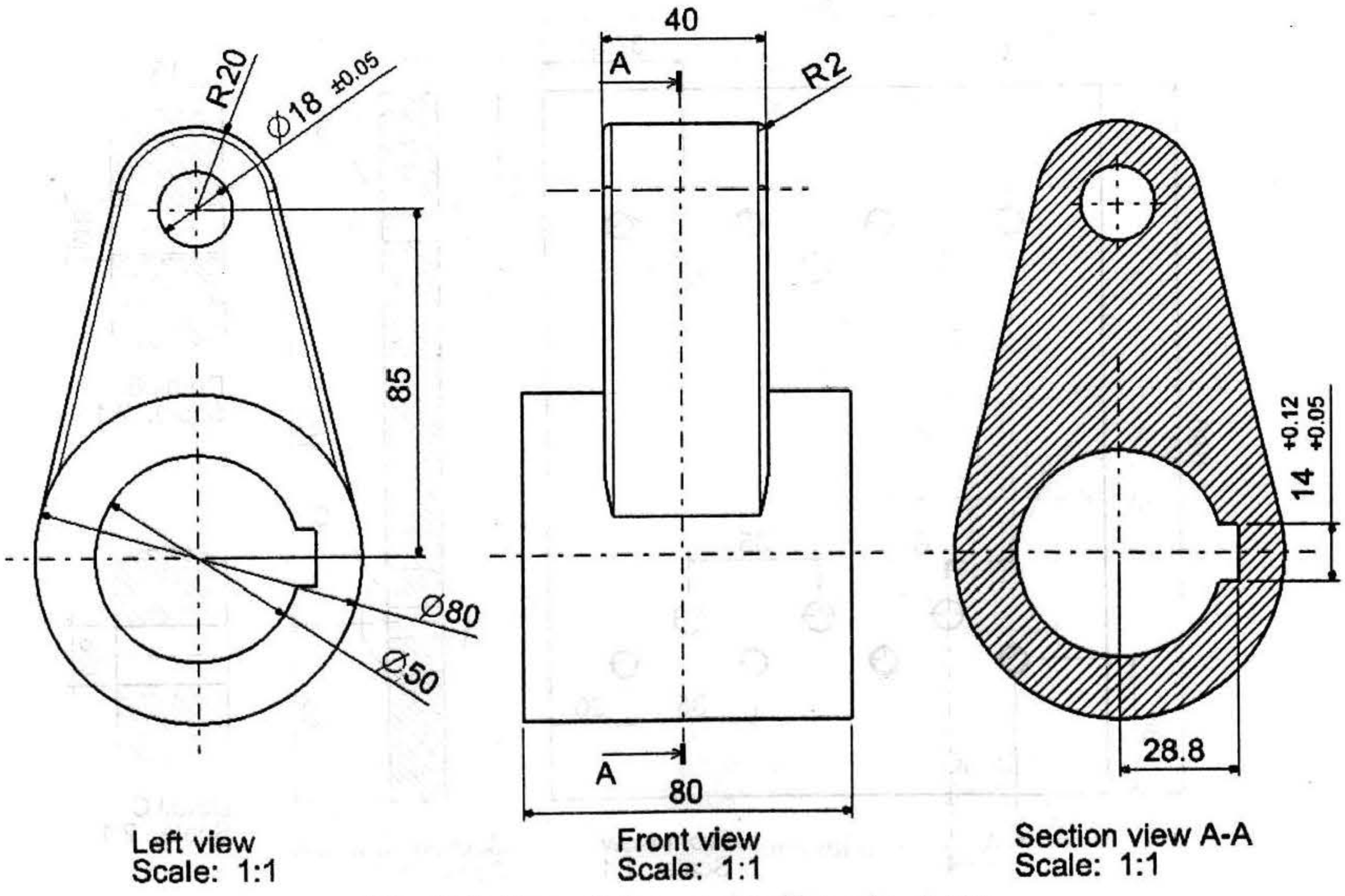


Fig. 4.33. Desenul de execuție al bucşei cu bridă

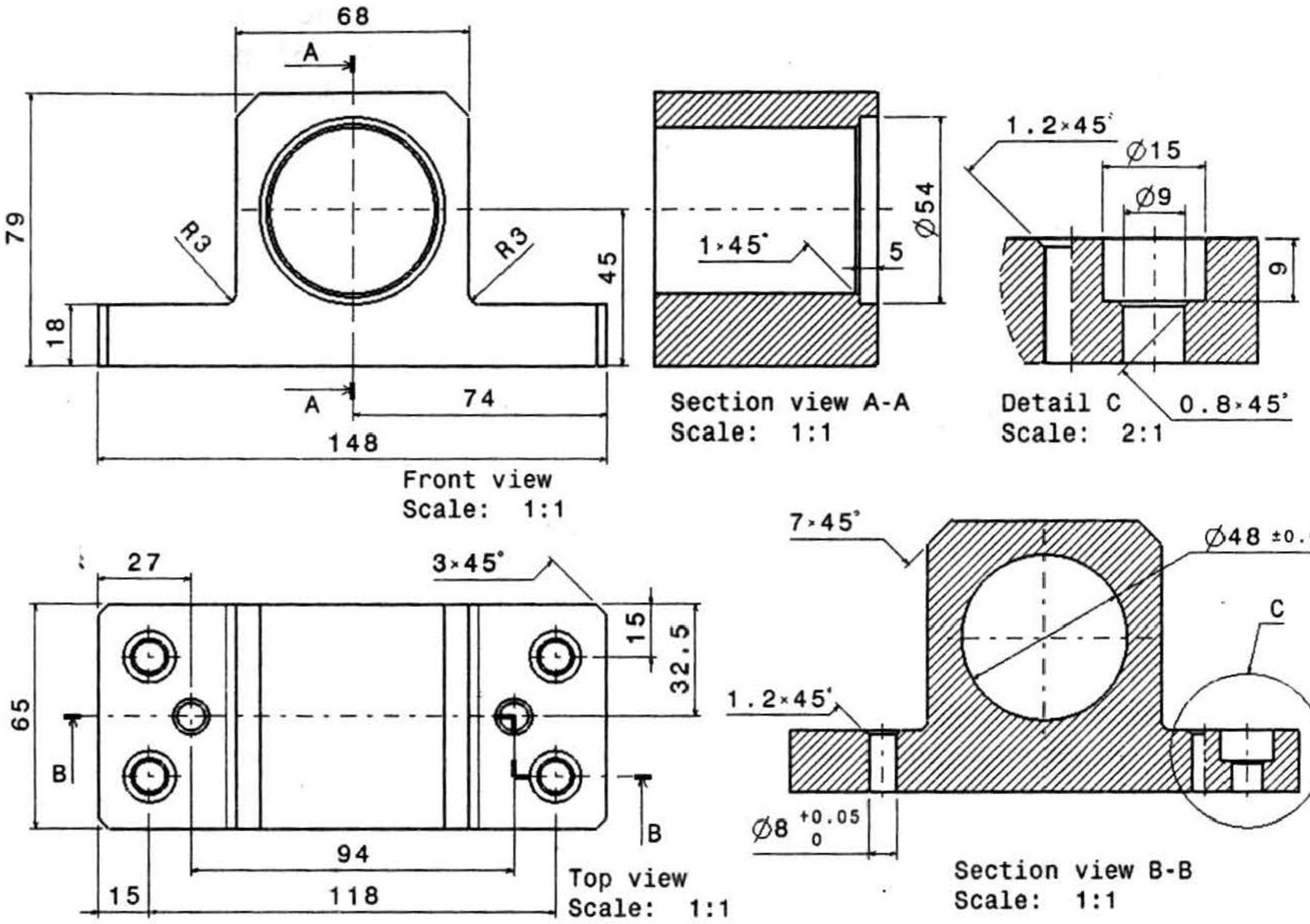


Fig. 4.34. Desenul de execuție al suportului

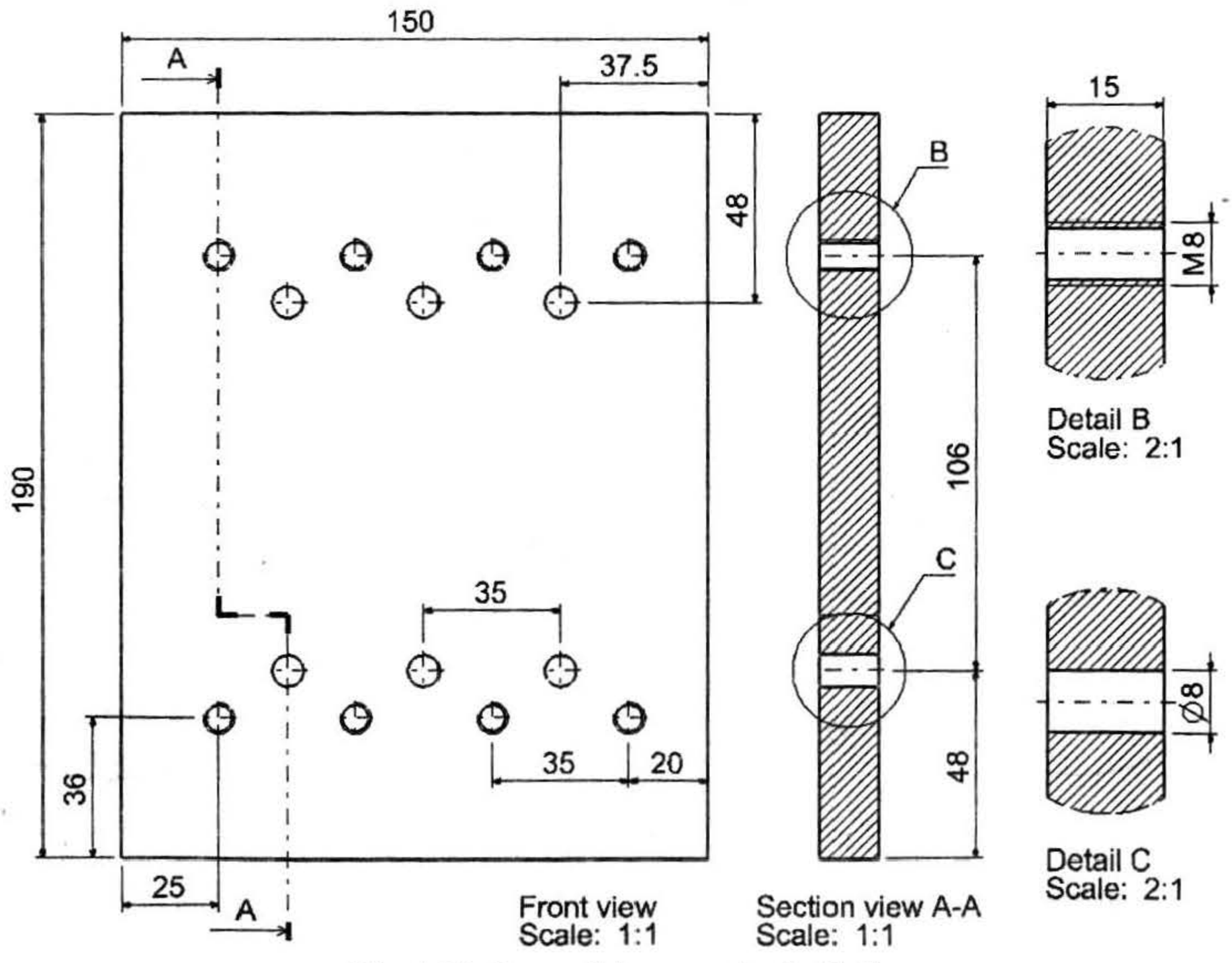


Fig. 4.35. Desenul de execuție al plăcii

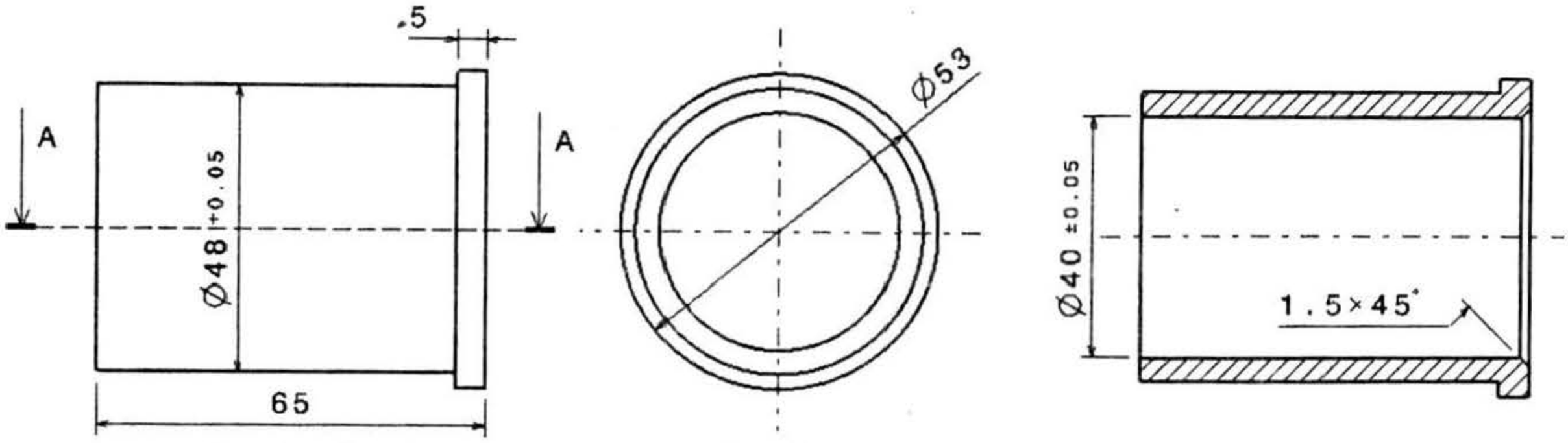


Fig. 4.36. Desenul de execuţie al bucşei de ghidare

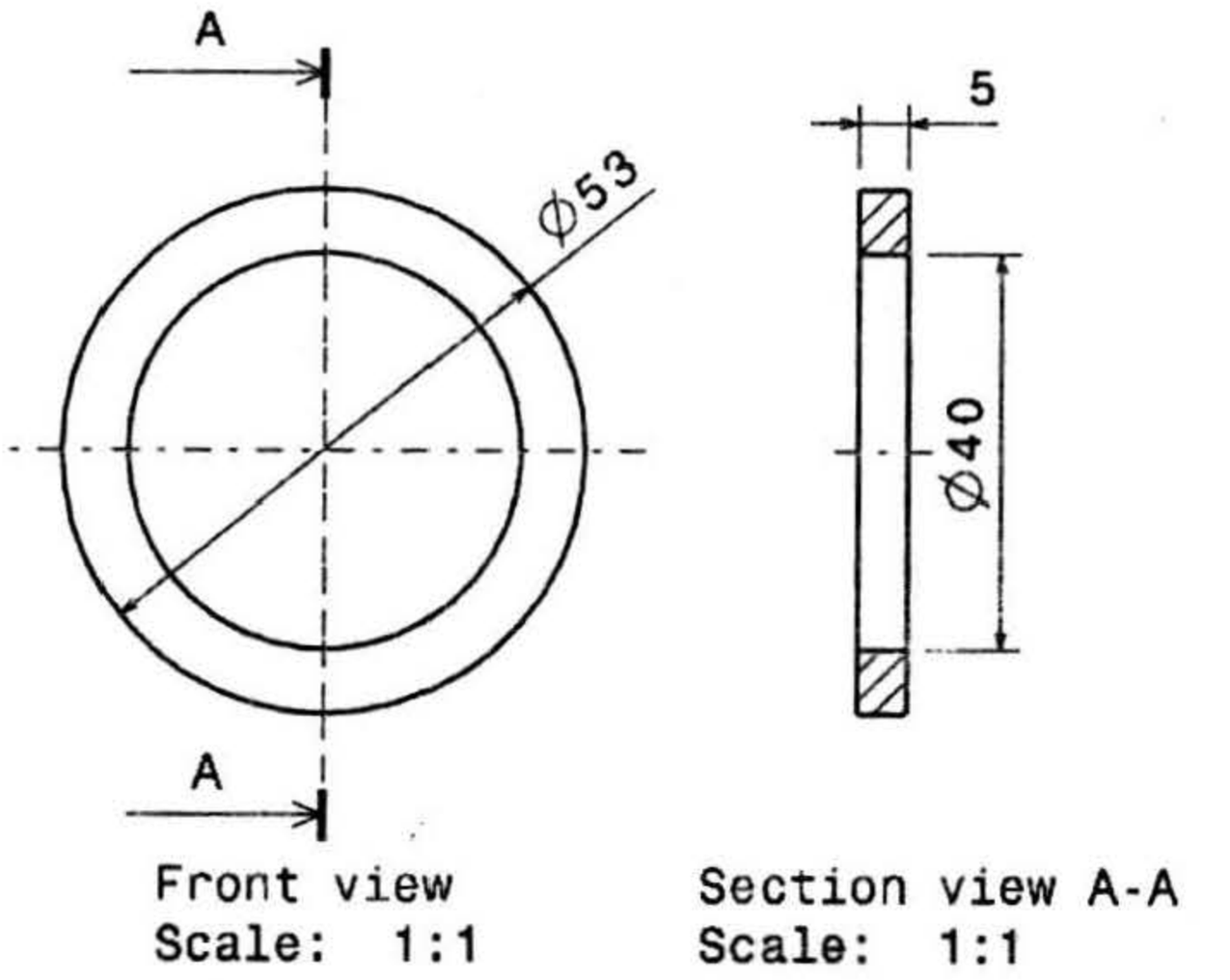


Fig. 4.37. Desenul de execuţie al inelului distanţier

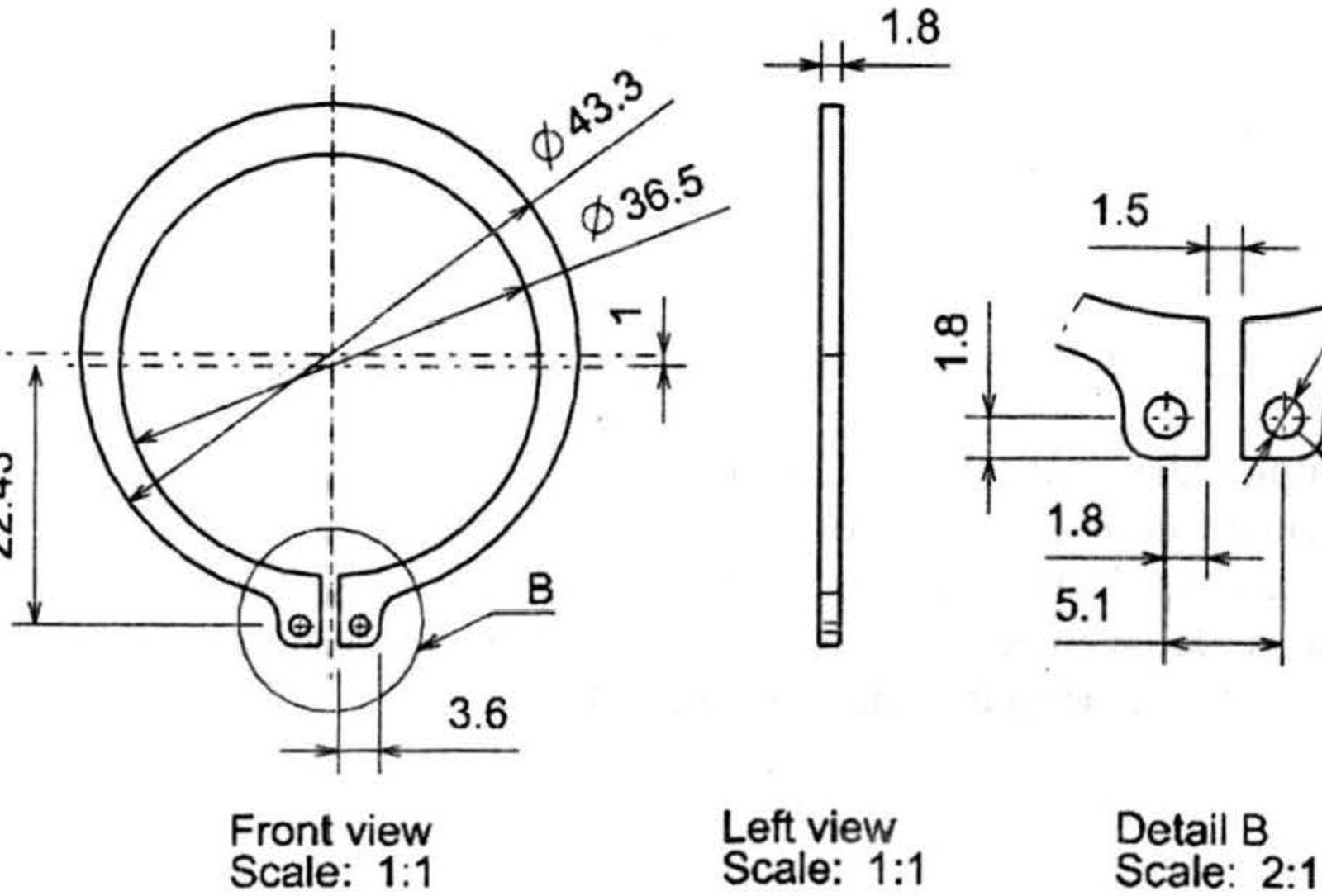


Fig. 4.38. Desenul de execuţie al inelului de siguranţă

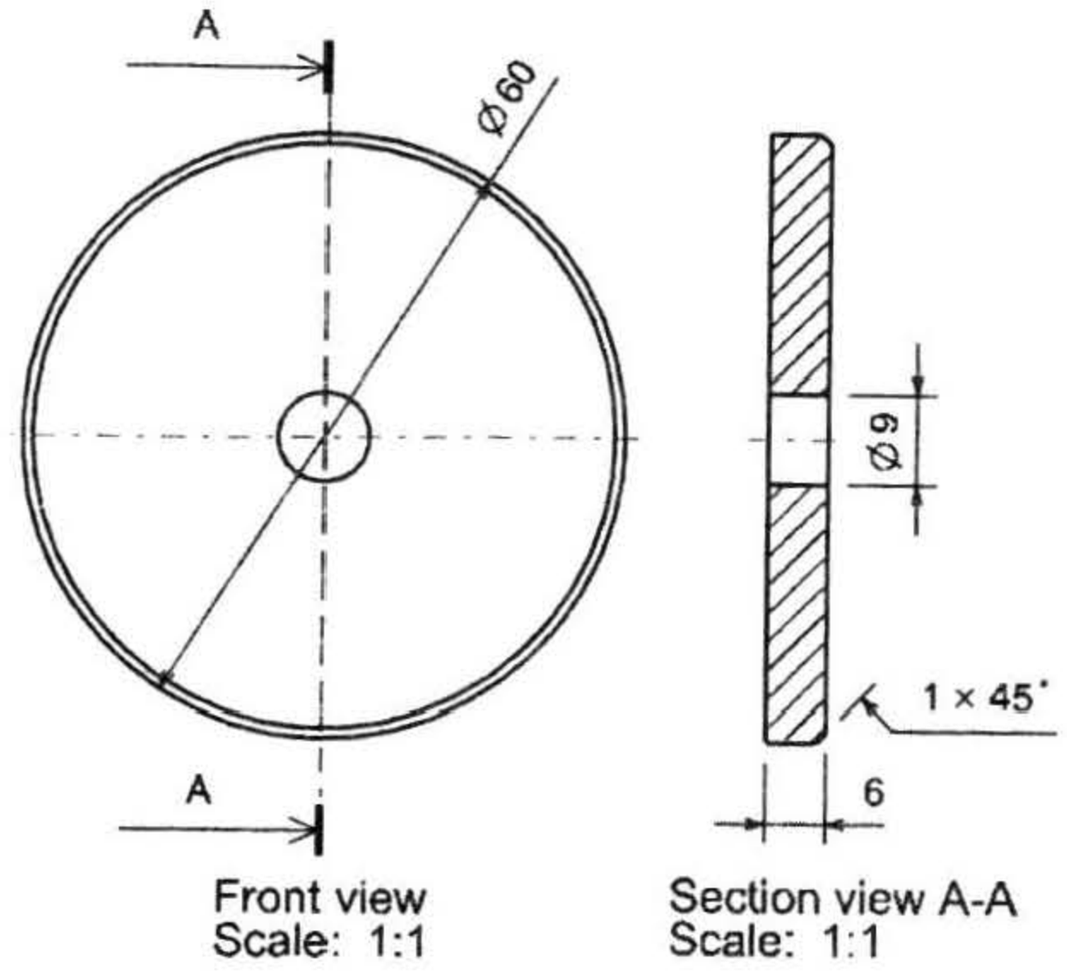


Fig. 4.39. Desenul de execuție al șaibei de asamblare

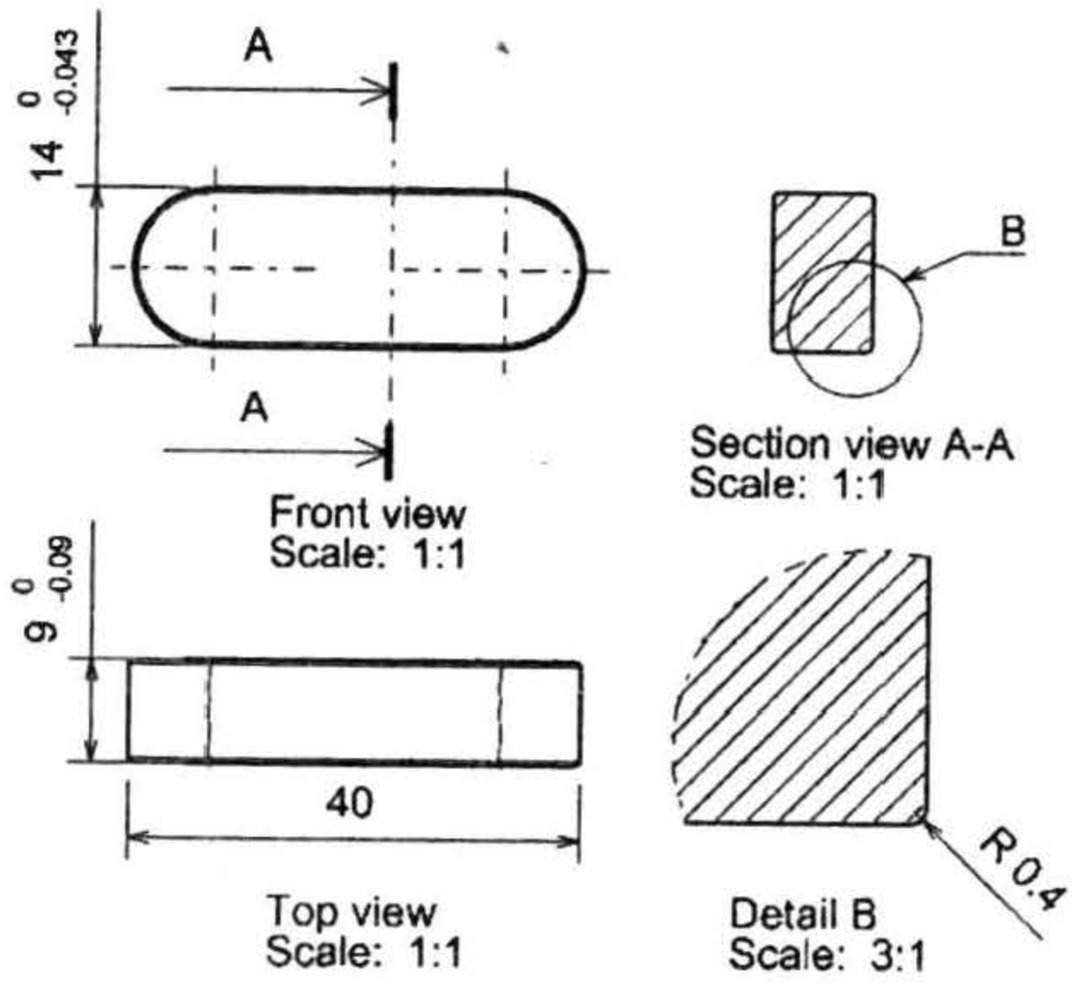


Fig. 4.40. Desenul de execuție al penei paralele

4.7. Explodarea unui ansamblu constrâns

Explodarea unui ansamblu are ca efect separarea și deplasarea componentelor sale în poziții apropiate de cea în care sunt asamblate. Aplicarea acestei operații dă posibilitatea utilizatorului de a vedea toate componentele reprezentate neasamblate.

Se consideră ansamblul creat anterior pentru a fi explodat în componentele sale. În acest scop, se utilizează instrumentul *Explode* conținut în bara *Move* și se afișează fereastra de dialog *Explode*, în care utilizatorul selectează ansamblul considerat (câmpul *Selection*), componenta fixă, față de care se face explodarea (câmpul *Fixed product*), nivelul (câmpul *Depth*) și tipul acesteia (câmpul *Type*), așa cum rezultă din figura 4.41.

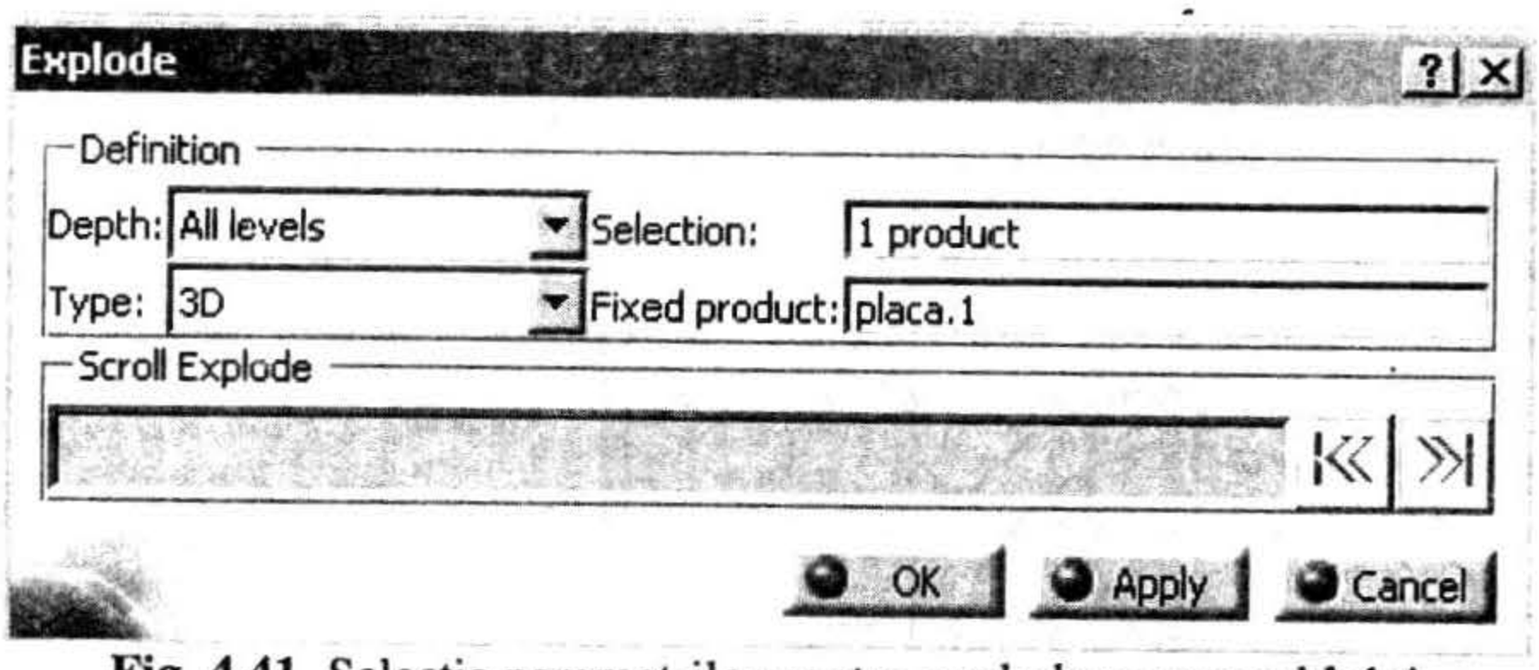


Fig. 4.41. Selecția parametrilor pentru explodarea ansamblului

Pentru exemplul ales, s-a stabilit că explodarea se face la toate nivelele (*All levels*), fiind de tip 3D, componentele deplasându-se liber în spațiul tridimensional.

În cazul în care tipul explodării se alege ca fiind constrâns (*Constrained*), vor fi luate în considerare constrângerile de coincidență axă-axă și plan-plan, iar componentele ansamblului se vor deplasa, păstrându-și, totuși, orientarea impusă (figura 4.42).

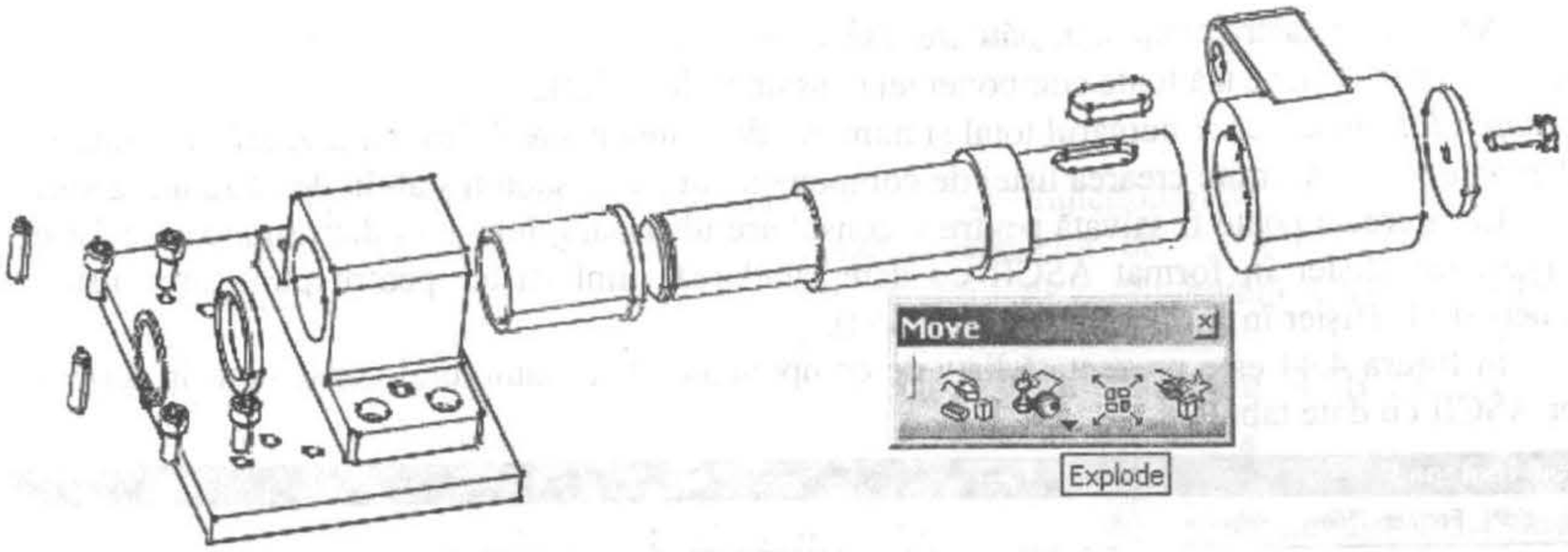


Fig. 4.42. Explodarea ansamblului considerat

Indiferent de modul în care se face explodarea, componentele pot fi deplasate în orice poziție cu ajutorul compasului. Pentru readucerea acestora în poziția asamblată se utilizează comanda "*Update*" din meniul [Edit].

4.8. Afişarea listei de componente ale ansamblului

Pentru a obține lista de componente ale ansamblului se foloseşte comanda "*Bill of Material*" din meniul [Analyze]. Astfel, utilizatorul obține un nomenclator al tuturor componentelor ansamblului, care indică numărul de exemplare din fiecare componentă, numele şi tipul acestora, numărul total de componente etc.

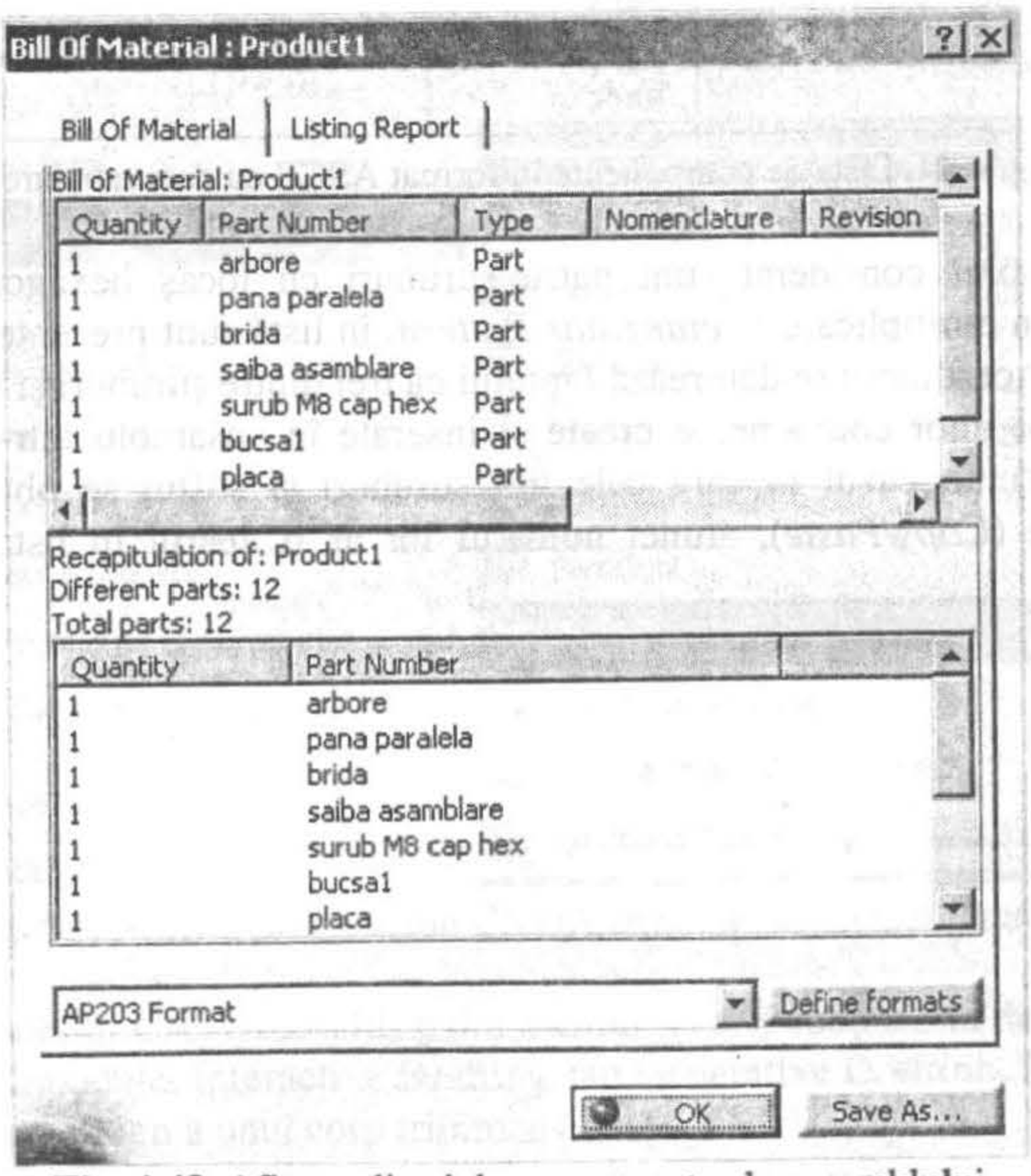


Fig. 4.43. Afişarea listei de componente ale ansamblului

În figura 4.43 este prezentată fereastra de informare "*Bill of Material*" pentru ansamblul din exemplul considerat.

Această fereastră conţine următoarele secţiuni:

a. *Bill of Material*: listează toate componentele ansamblului selectat;

b. *Recapitulation*: afişează numărul total şi numărul de componente diferite utilizate în ansamblu;

c. *Define formats*: permite crearea listei de componente după un şablon stabilit de către utilizator.

Lista creată poate fi salvată pentru o consultare ulterioară, într-unul din următoarele formate de fişier: txt (fişier în format ASCII cu date tabulare), html (fişier pentru publicarea listei pe Internet) şi xls (fişier în format Microsoft Excel).

În figura 4.44 este prezentată lista de componente ale ansamblului considerat, în format de fişier ASCII cu date tabulare.

bill - Notepad

File Edit Format View Help

Compute Date: Monday, May 10, 2004 7:32:35 PM

= Bill of Material: Product1 =

Quantity	Part Number	Type	Nomenclature	Revision
1	arbore	Part		
1	pana paralela	Part		
1	brida	Part		
1	saiba asamblare	Part		
1	surub M8 cap hex	Part		
1	bucsa1	Part		
1	placa	Part		
1	suport	Part		
1	surub M8 locas hex	Part		
1	stift cilindric	Part		
1	bucsa2	Part		
1	inel	Part		

Fig. 4.44. Lista de componente în format ASCII cu date tabulare

Deşi în ansamblul considerat sunt patru şuruburi cu locaş hexagonal şi două ştifturi cilindrice, obţinute prin multiplicare *Rectangular Pattern*, în listă sunt prezente doar câte un singur exemplar din fiecare. Acest lucru se datorează faptului că trei dintre şuruburi şi un ştift sunt, de fapt, instanţe (*instances*) ale unor componente create şi inserate în ansamblu într-un singur exemplar (şurub, respectiv, ştift). În cazul în care cele trei şuruburi şi ştiftul se obţineau prin copierea componentei originale (*Copy/Paste*), atunci numărul lor ar fi apărut în lista de componente la adevărata valoare.

Capitolul 5. MODULUL CATIA DRAFTING

5.1. Introducere

Modulul CATIA Drafting oferă un set complex de funcționalități și instrumente de proiectare, care permit crearea, modificarea și cotarea desenelor de execuție ale pieselor și ansamblurilor modelate tridimensional. De asemenea, ca facilitate suplimentară, însă utilizată mai rar, modulul CATIA Drafting permite și proiectarea bidimensională a acestora.

Din punctul de vedere al metodei de lucru, modulul CATIA Drafting poate fi considerat ca fiind constituit din două submodule: Interactive Drafting și Generative Drafting.

Astfel, în Interactive Drafting utilizatorul creează vederile unei entități (piesă sau ansamblu) cu ajutorul instrumentelor de proiectare puse la dispoziție de program. Evident, din acest desen bidimensional nu se poate obține corpul tridimensional al respectivei entități proiectate.

În Generative Drafting, pornind de la un corp tridimensional, creat cu ajutorul modulelor CATIA Sketcher și CATIA Part Design, se pot obține numeroase proiecții (vederi și secțiuni) ale acestuia, reprezentând desenele de execuție necesare pentru o definire completă.

Acest capitol prezintă aspecte teoretice și aplicații referitoare la posibilele soluții de adoptat în proiectarea pieselor mecanice și obținerea desenelor de execuție ale acestora cu ajutorul modulului CATIA Drafting.

5.2. Interfața modulului CATIA Drafting

Modulul CATIA Drafting se accesează din meniul *Start* ([Start] -> [Mechanical Design] -> [Drafting]), așa cum rezultă din figura 5.1.

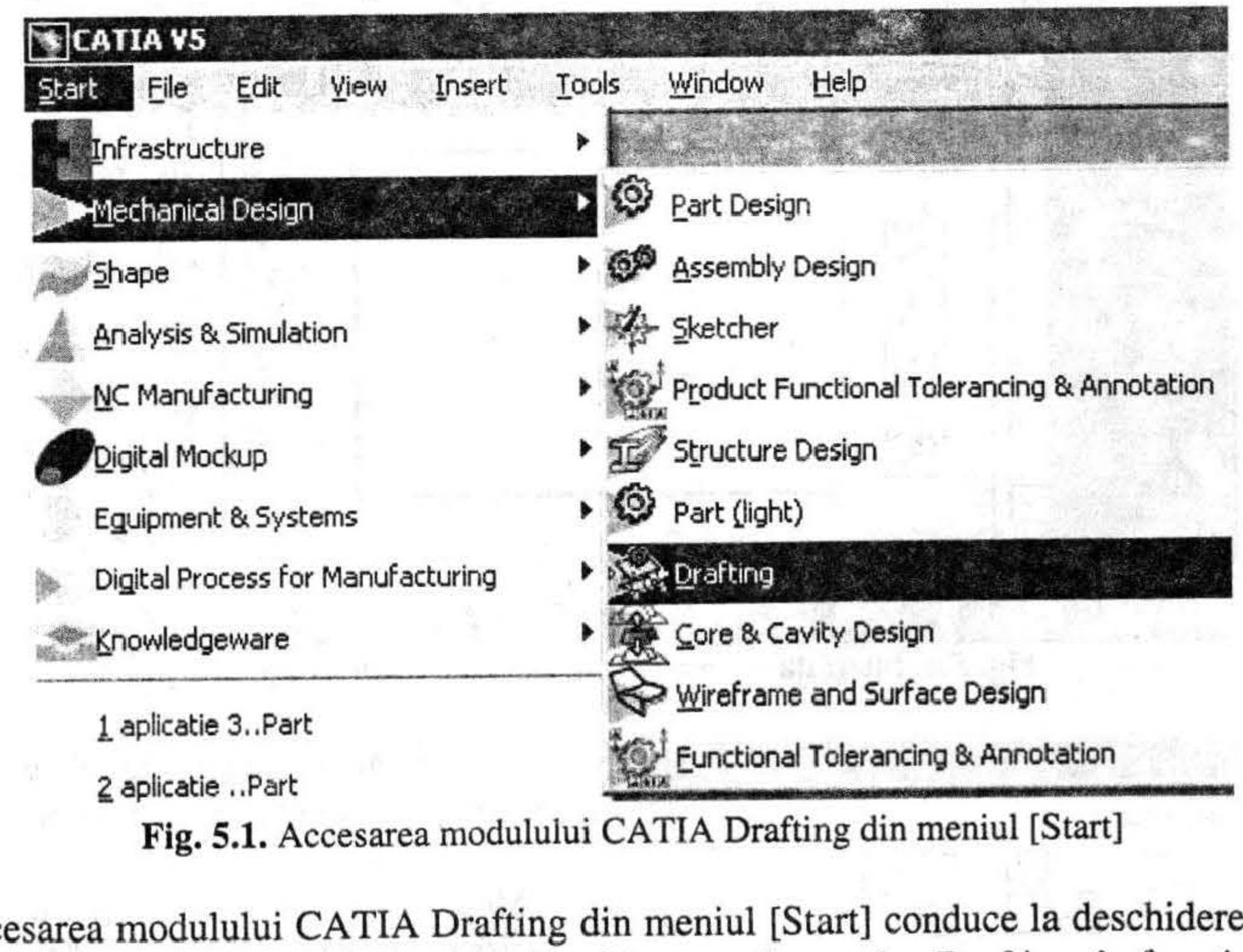


Fig. 5.1. Accesarea modulului CATIA Drafting din meniul [Start]

Accesarea modulului CATIA Drafting din meniul [Start] conduce la deschiderea implicită a unuia din cele două submodule, Interactive Drafting sau Generative Drafting, în funcție de prezența în modulul CATIA Part Design a unui corp tridimensional.

Astfel, dacă acest corp nu există sau dacă modulul CATIA Part Design este închis, se va deschide submodulul Interactive Drafting. Desigur, în caz contrar, când în modulul CATIA Part Design se află un corp tridimensional, se va deschide submodulul Generative Drafting.

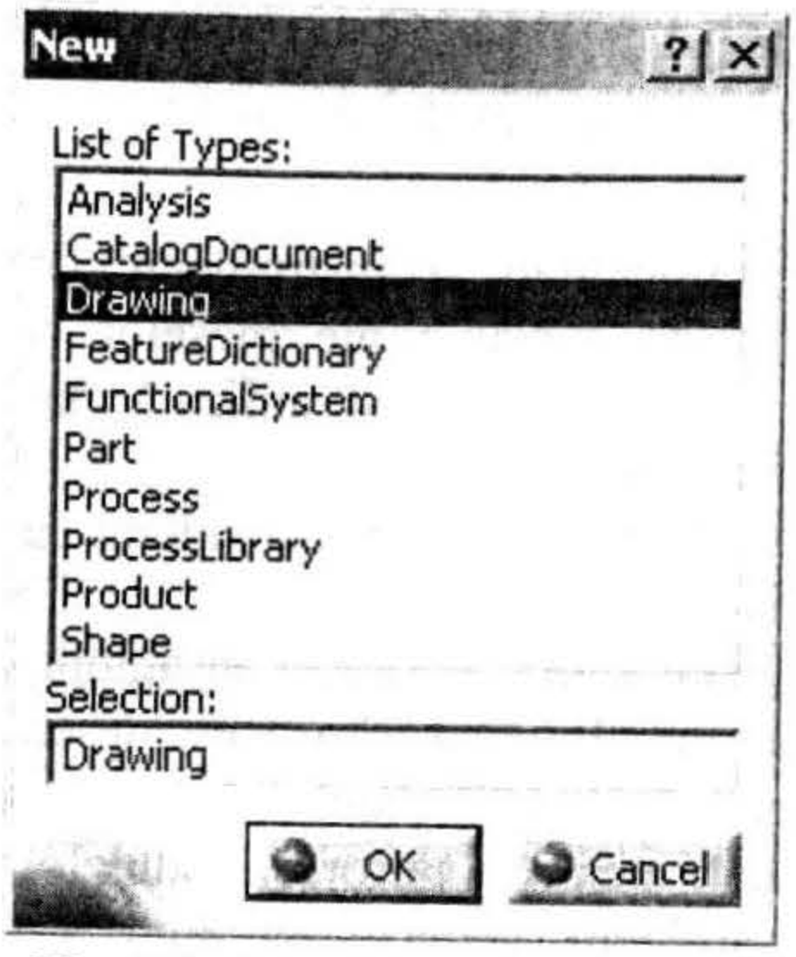


Fig. 5.2. Accesarea submodulului Interactive Drafting din meniul [File]

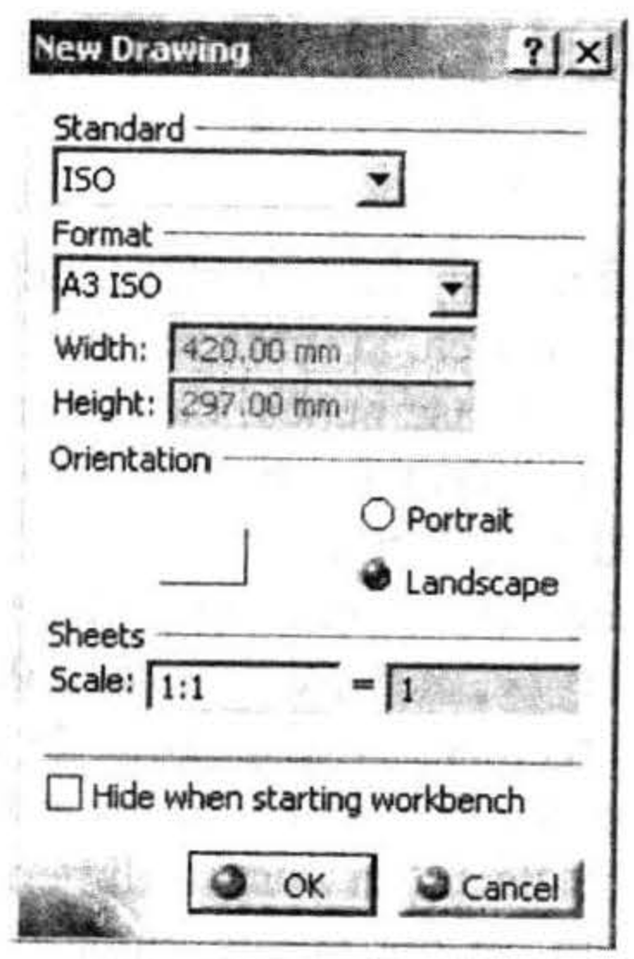


Fig. 5.3. Stabilirea caracteristicilor planşei de lucru

În primul caz, accesarea submodulului Interactive Drafting se poate face şi din meniul *File* ([File] -> [New] -> Drawing), fiind reprezentată în figura 5.2. Această accesare are ca efect afişarea ferestrei de dialog "*New Drawing*" pentru a selecta standardul, formatul, orientarea şi scara planşei de lucru (*Sheet*) în care se vor realiza proiecţiile (figura 5.3).

În plus, faţă de formatele predefinite, utilizatorul îşi poate crea şi salva propriile formate pentru oricare din standardele internaţionale incluse în program: ANSI, ISO, ASME sau JIS.

În urma selecţiilor, se afişează interfaţa modulului CATIA Drafting, care prezintă o planşă de lucru liberă, pentru cazul submodulului Interactive Drafting (figura 5.4).

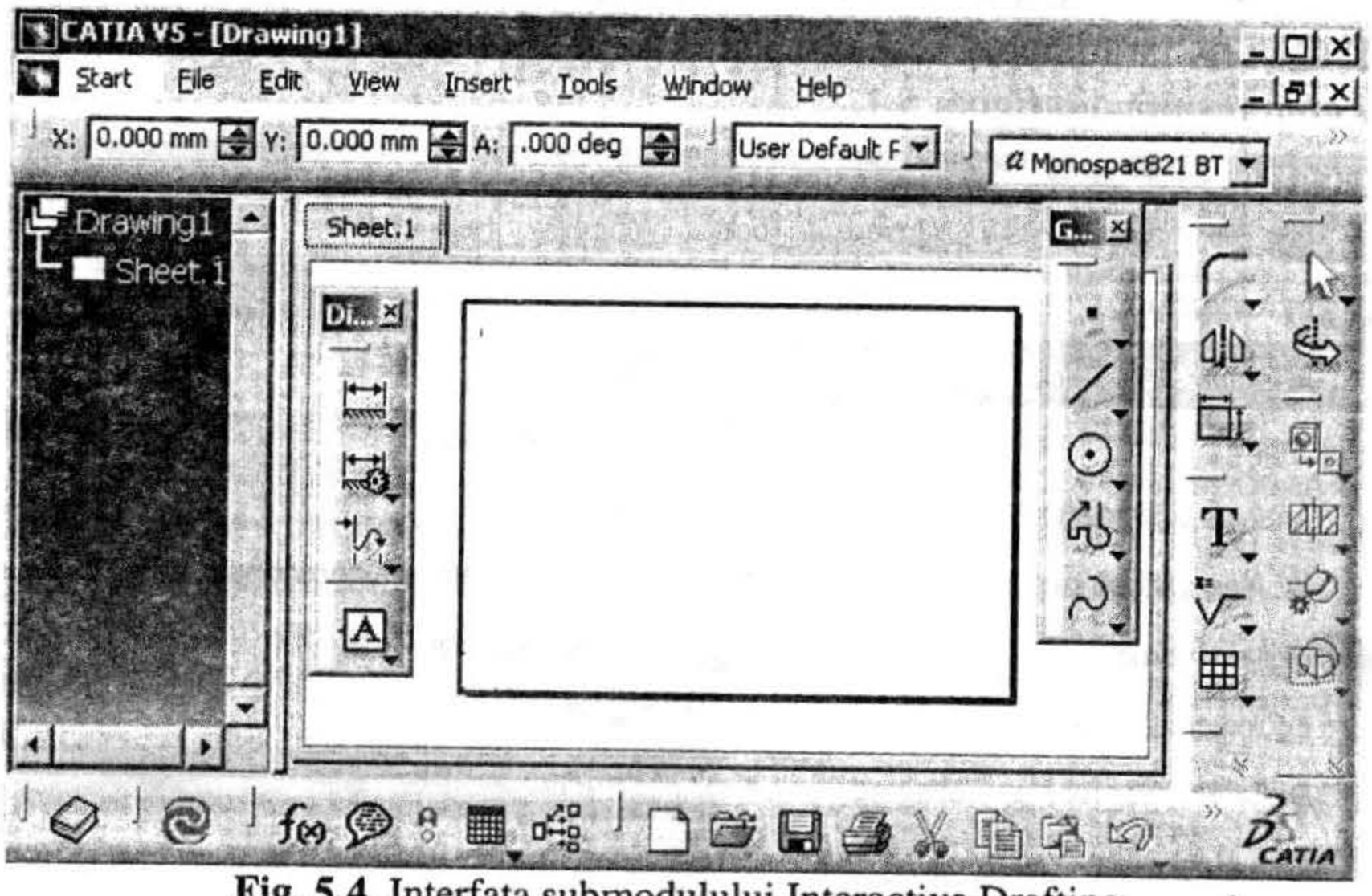


Fig. 5.4. Interfaţa submodulului Interactive Drafting

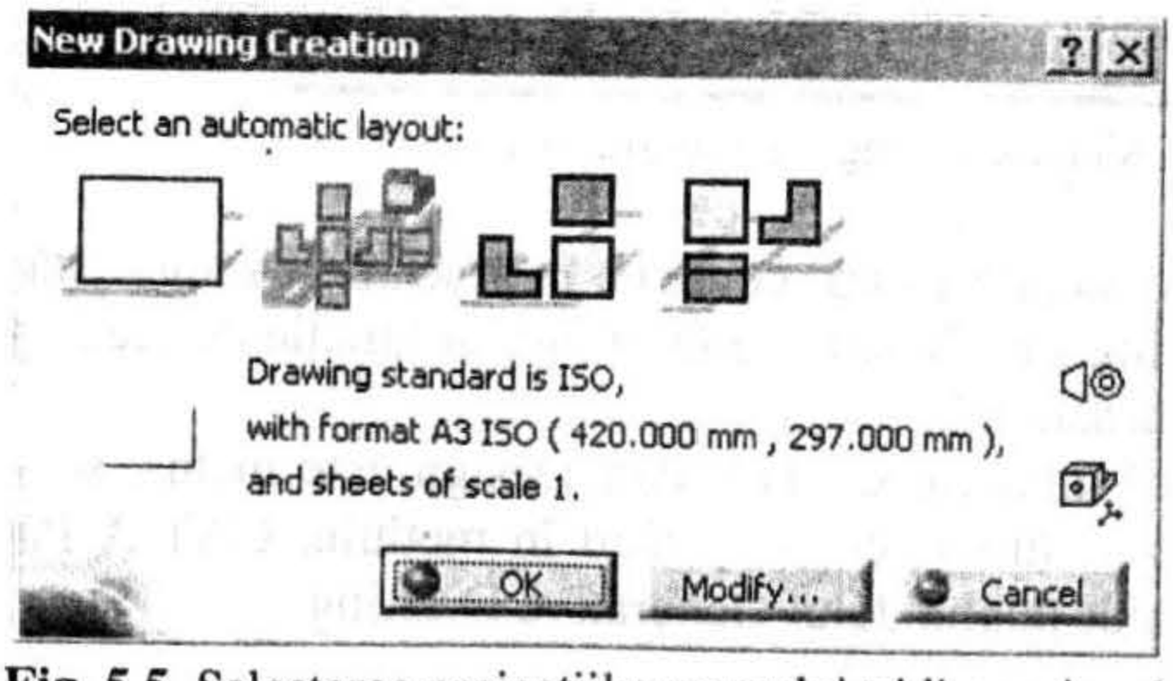


Fig. 5.5. Selectarea proiecţiilor corpului tridimensional

În al doilea caz, cel al submodulului Generative Drafting, accesarea acestuia se face din meniul *Start* ([Start] -> [Mechanical Design] -> [Drafting]) şi se afişează fereastra de dialog "*New Drawing Creation*", prezentată în figura 5.5.

În această fereastră de dialog utilizatorul va alege sistemul de proiecţii pentru corpul tridimensional obţinut în modulul CATIA Part Design.

Apăsând butonul [Modify...] se deschide fereastra de dialog "*New Drawing*" (prezentată anterior în figura 5.3) pentru a selecta caracteristicile mediului de lucru.

În figura 5.6 este prezentată interfața modulului CATIA Drafting, pentru cazul submodulului Generative Drafting. Spre exemplificare, în planșa de lucru sunt reprezente proiecțiile unei piese, în funcție de selecția făcută în fereastra de dialog "*New Drawing Creation*".

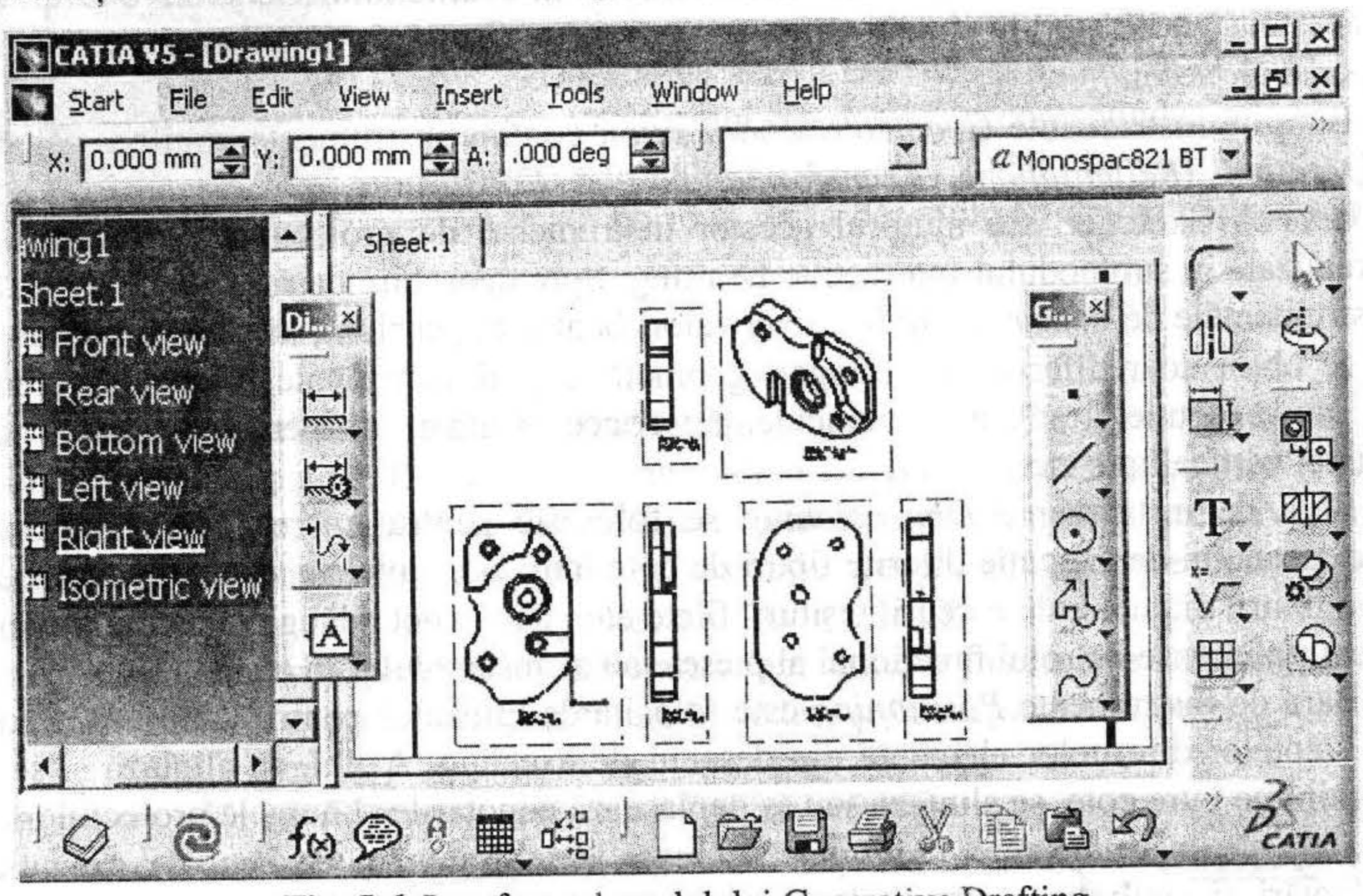


Fig. 5.6. Interfața submodulului Generative Drafting

Pe baza acestor proiecții şi cu ajutorul instrumentelor de secționare şi cotare, utilizatorul obține desenul de execuție (vederi şi secțiuni) al piesei respective.

În figura 5.7 sunt prezentate principalele bare de instrumente disponibile în modulul CATIA Drafting. În interfață se află bara de meniuri, situată în partea de sus a ecranului, instrumentele de proiectare, secționare şi cotare, în partea din dreapta şi diferite opțiuni de manipulare a desenului.

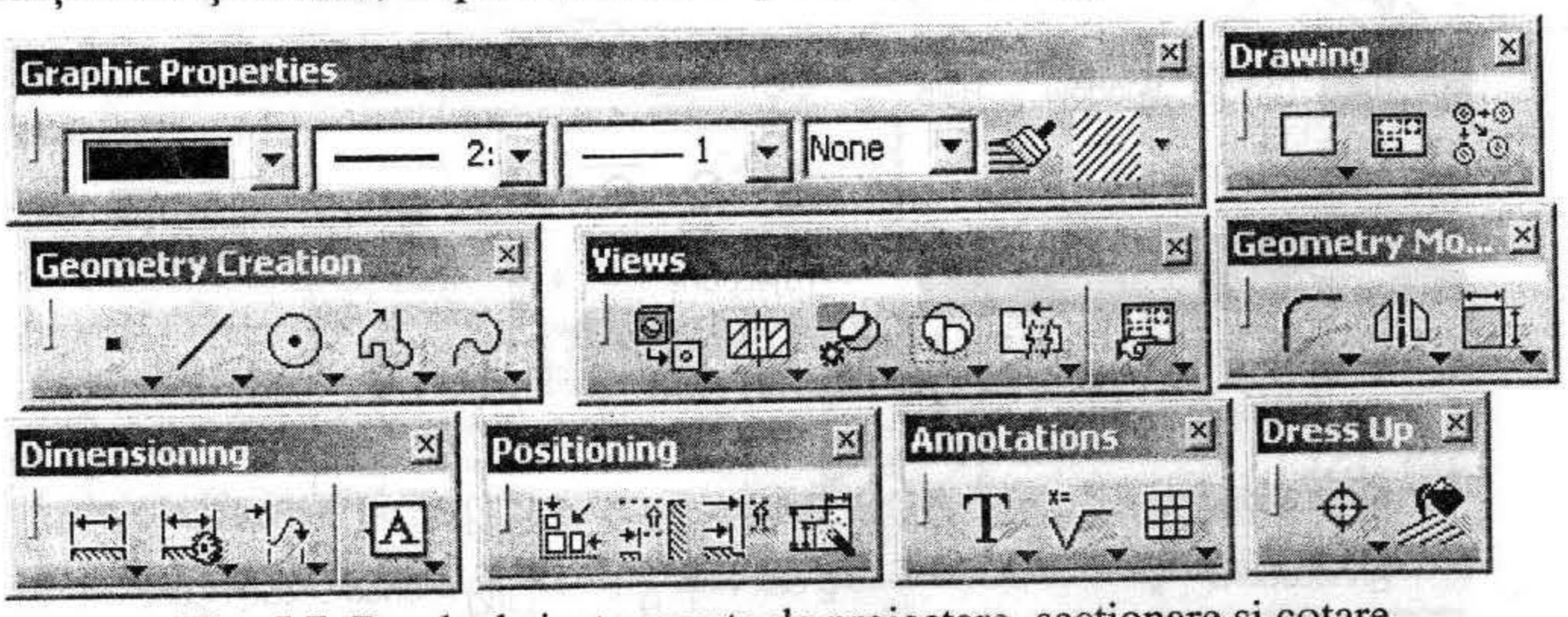


Fig. 5.7. Barele de instrumente de proiectare, secționare şi cotare

a. Bara de instrumente *Graphic Properties* permite stabilirea culorii, a tipului şi grosimii unor linii din desen, copierea acestor caracteristici, apoi aplicarea lor pentru alte linii (pictograma "*Copy Object Format*") şi stabilirea tipului de haşură (*Pattern*) în funcție de materialul ales de utilizator pentru piesa al cărei desen de execuție este în lucru.

b. Bara de instrumente *Drawing* se utilizează la definirea unei planşe noi de lucru, alta decât cea implicită, la crearea unei planşe cu diferite detalii ale desenului de execuție sau la inserarea unor vederi (*Front*, *Top*, *Bottom*, *Left*, *Right* şi *Isometric View*) în planşa curentă.

c. Bara de instrumente *Geometry Creation* este similară barei de instrumente de schițare *Profile*, prezentată în Capitolul 2. Modulul CATIA Sketcher. Cu ajutorul acestor instrumente de proiectare, utilizatorul desenează proiecții ale piesei în lucru sau le completează pe cele deja existente.

d. Bara de instrumente *Views* este activă numai în submodulul Generative Drafting, iar cu ajutorul acesteia, utilizatorul obține diferite vederi, secțiuni şi detalii referitoare la corpul tridimensional al piesei.

e. Bara de instrumente *Geometry Modification* conține instrumente similare celor aflate în barele *Operation* (*Relimitations*, *Transformations*) şi *Constraints*, prezentate în Capitolul 2. Modulul CATIA Sketcher. Cu ajutorul acestor instrumente de proiectare, utilizatorul modifică desenele realizate în submodulul Interactive Drafting. Spre deosebire de modulul CATIA Sketcher, în care instrumentele de constrângere foloseau valori pentru dimensiuni, în cazul modulului CATIA Drafting, se obțin doar diferite constrângeri geometrice şi dimensionale între două elemente ale desenului de execuție (tangență, coincidență, concentricitate, perpendicularitate, paralelism, orizontalitate, verticalitate etc.).

f. Bara de instrumente *Dimensioning* se foloseşte pentru a crea în cadrul vederilor şi secțiunilor desenului de execuție diferite tipuri de cote între elementele acestuia. Astfel, se pot cota lungimi, unghiuri, diametre de cercuri, teşituri, filete etc., dar se pot adăuga şi condiții de respectare a unor toleranțe impuse de rolul funcțional al piesei sau al ansamblului în lucru.

g. Bara de instrumente *Positioning* este folosită de utilizator pentru a efectua o poziționare mai bună a cotelor diferitelor elemente din desenul de execuție. Astfel, se aliniază şi se stabilesc distanțele minime între cote, se aliniază sau se deplasează adnotările şi numele proiecțiilor etc.

h. Bara de instrumente *Annotations* serveşte la inserarea în desenul de execuție a unor diferite adnotări şi simboluri (rugozitate, cordon de sudură), tabele explicative, comentarii etc., necesare bunei definiri a piesei.

i. Bara de instrumente *Dress Up* este utilizată pentru a crea diverse elemente grafice auxiliare în cadrul desenului (linii de centru pentru cercuri, axe de simetrie, simbolul de filet pentru găurile filetate etc.). Aceste elemente se pot adăuga în vederea sau în secțiunea activată, şi cu ajutorul opțiunii "*Properties*", prin accesarea meniului contextual al respectivului port de vedere.

Toate aceste bare de instrumente, aflate în interfață, pot fi accesate şi din meniul [Insert] (figura 5.8).

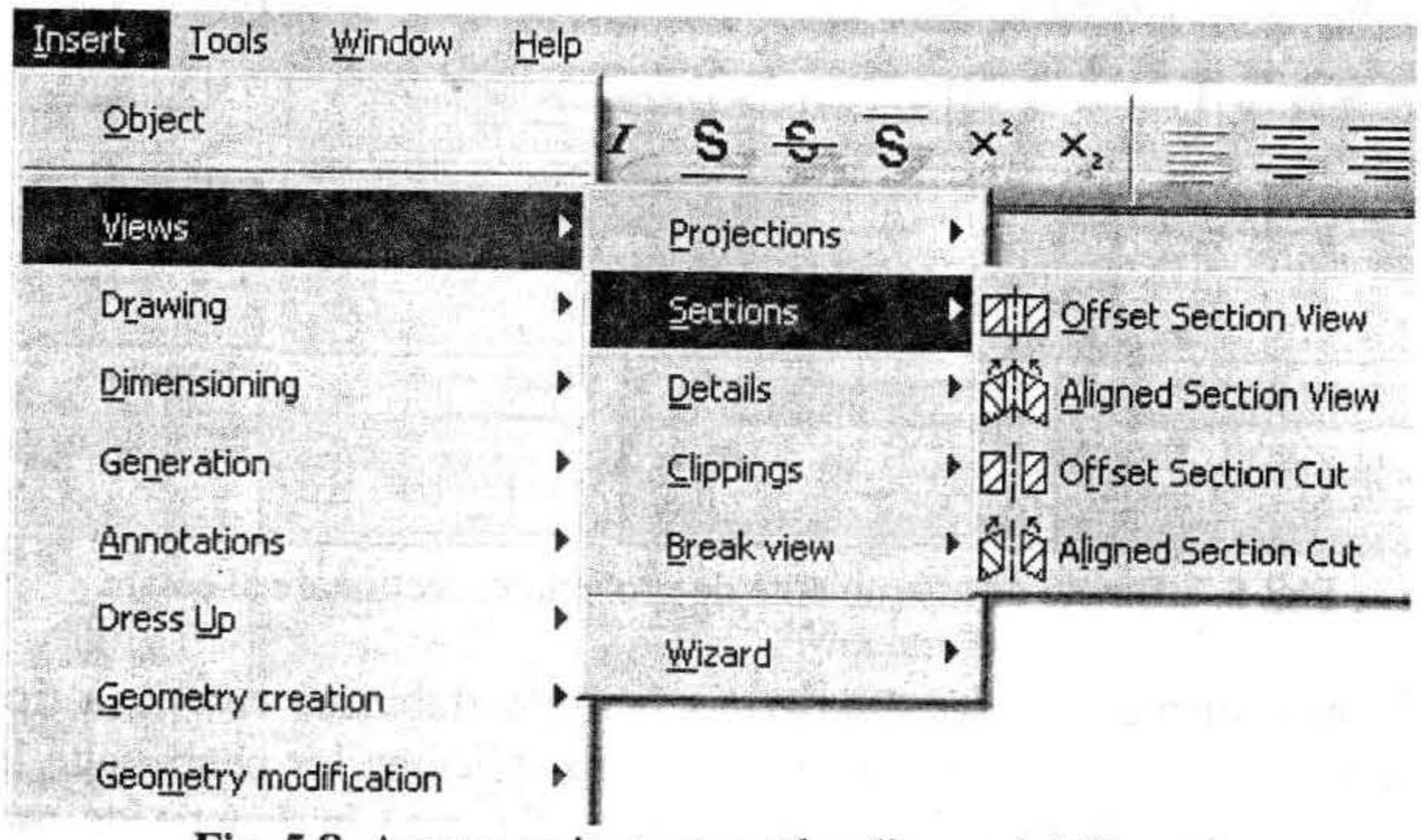


Fig. 5.8. Accesarea instrumentelor din meniul [Insert]

Accesarea se dovedeşte utilă în cazul în care în interfață nu pot fi reprezentate toate barele de instrumente sau când utilizatorul nu găseşte instrumentul dorit, acesta făcând parte dintr-o familie. Spre exemplu, instrumentul de secționare *Offset Section View* face parte din familia *Views*.

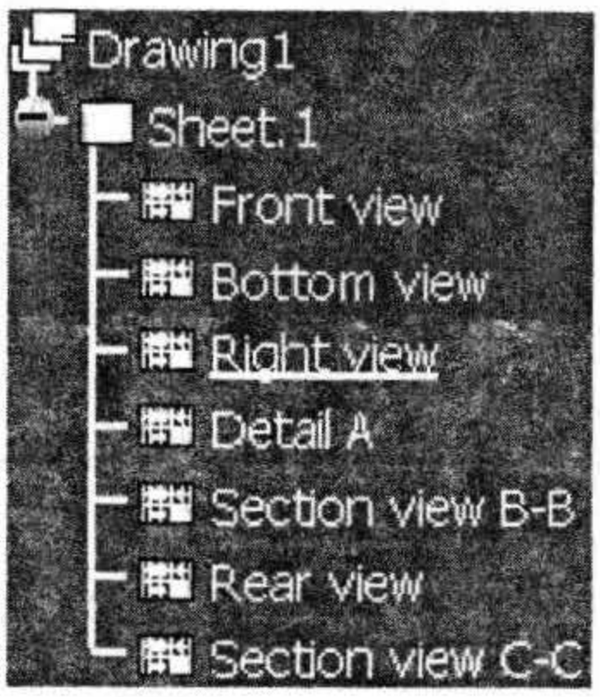


Fig. 5.9. Arborele de specificații al desenului de execuție

În arborele de specificații, reprezentat în figura 5.9, sunt menționate vederile şi secțiunile aplicate unui corp tridimensional. În modulul CATIA Drafting, atunci când se lucrează cu o vedere, este recomandat ca aceasta să fie activată (din meniul contextual se selectează opțiunea "*Activate View*") şi apare subliniată în arborele de specificații.

Vederea activă este cea din care se creează alte vederi (proiecții, secțiuni sau detalii) şi corespunde, în general, vederii *Front*, sau vederii *Isometric*. Având în vedere că o piesă este fabricată pornind de la desenul său de execuție, acesta trebuie să fie precis desenat şi cotat.

5.3. Submodulul Interactive Drafting

Submodulul Interactive Drafting este un sistem de proiectare 2D, intuitiv şi productiv, putând fi utilizat ca un mediu CAD de sine stătător. Interactive Drafting şi Generative Drafting, se completează reciproc în obținerea desenelor de execuție ale pieselor şi desenelor de ansamblu, trecând printr-o evoluție de la metodele de proiectare 2D la cele 3D.

Pentru a înțelege principiile de utilizare ale submodulului Interactive Drafting, în exemplul din figura 5.10 se prezintă etapele de reprezentare în vedere şi în secțiune ale piesei.

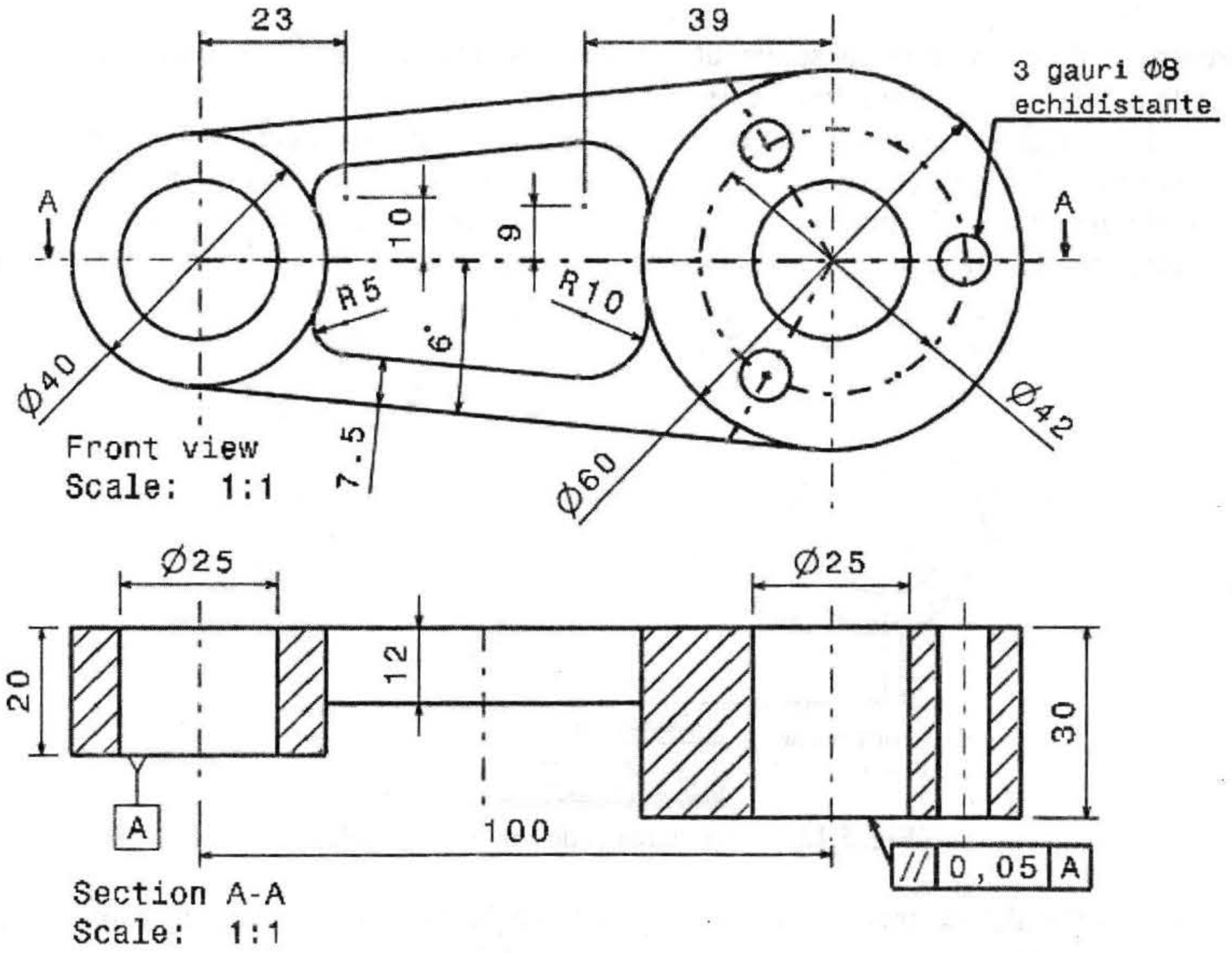


Fig. 5.10. Desenul de execuție al unei piese

În planşa curentă de lucru se adaugă două vederi (*Front View* şi *Top View*) cu ajutorul barei de instrumente *Drawing* (figura 5.11). Acestea apar şi în arborele de specificații, definindu-se, astfel, mediul de lucru.

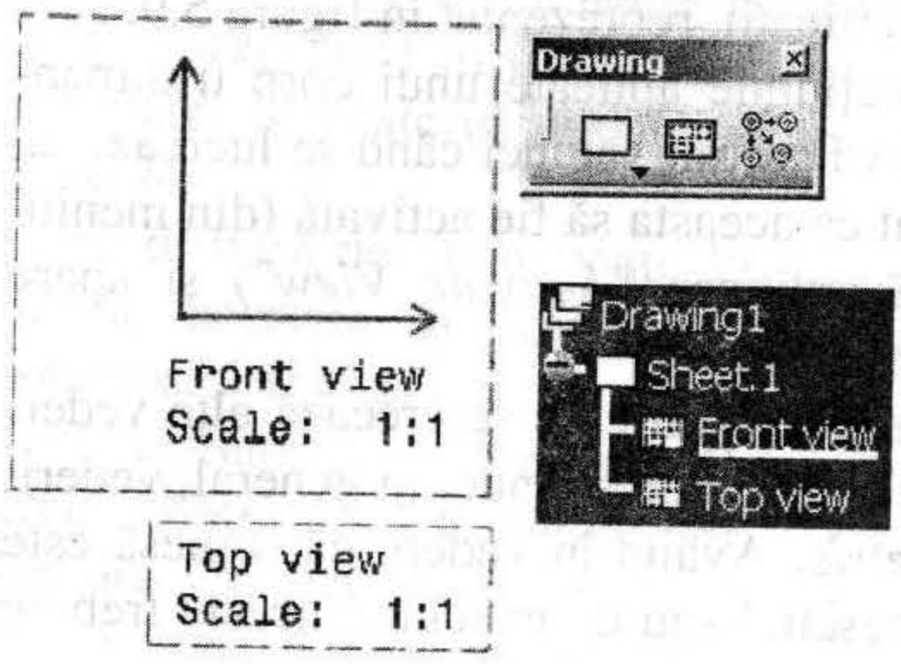


Fig. 5.11. Definirea mediului de lucru

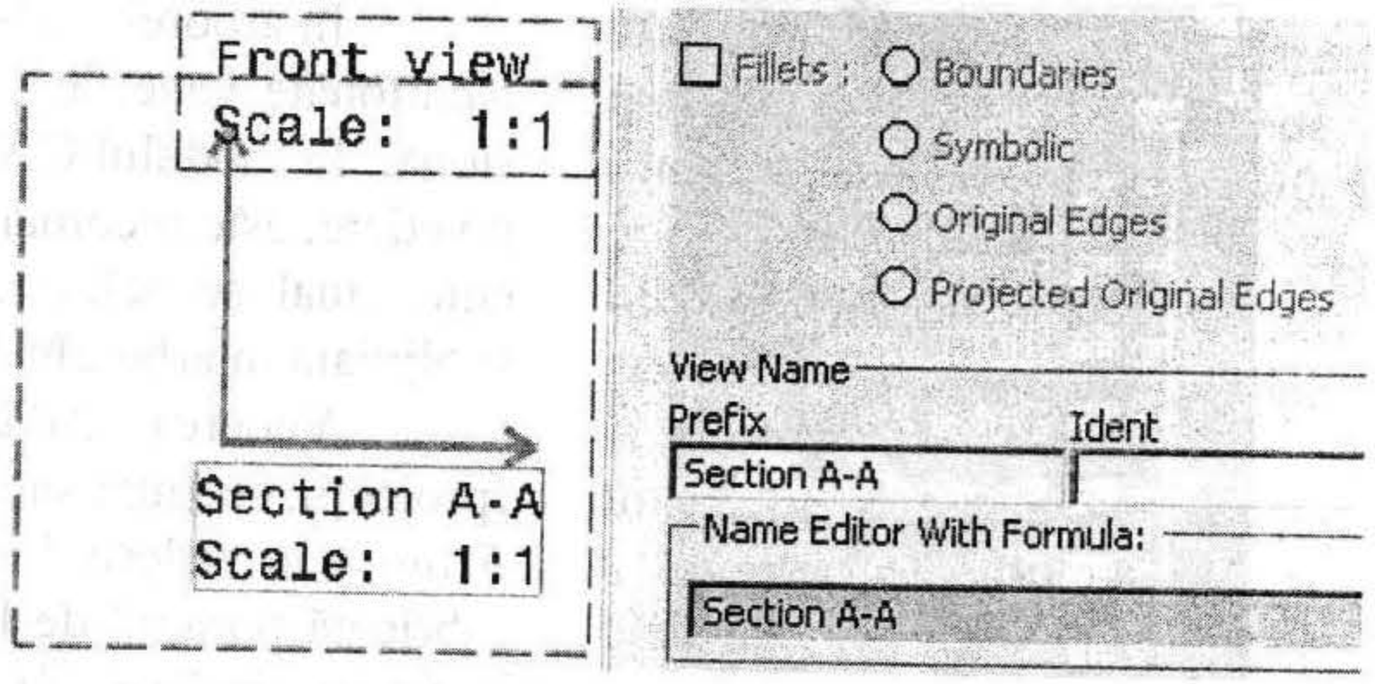


Fig. 5.12. Modificarea numelui unei vederi

Având în vedere că desenul de execuție al piesei conține o vedere și o secțiune, se redenumește vederea *Top View* în *Section A-A*, pentru a reprezenta o secțiune prin piesa considerată. Schimbarea numelui vederii *Top View* se face astfel: se activează această vedere (prin dublu-click pe numele său în arborele de specificații), chenarul care o încadrează devine roșu în loc de albastru, din meniul contextual se alege opțiunea "*Properties*", iar noul nume se introduce în câmpul "*View Name*" (figura 5.12).

Desenarea piesei începe în vederea *Front View*, utilizând instrumentele de proiectare din bara *Geometry Creation*, care este similară barei de instrumente de schițare *Profile*, a modulului CATIA Sketcher.

Pentru o desenare precisă se va utiliza bara de instrumente *Tools*, în care se introduc coordonatele punctelor, lungimile liniilor, razele cercurilor etc.

Astfel, în originea sistemului de coordonate se desenează două cercuri concentrice, de raze 20 mm, respectiv 12,5 mm (figura 5.13). Din aceeași origine se trasează o linie orizontală, spre dreapta, cu lungimea de 100 mm, corespunzătoare distanței dintre centre. Capătul din dreapta al liniei respective reprezintă centrul a altor două cercuri concentrice, de raze 30 mm și 12,5 mm.

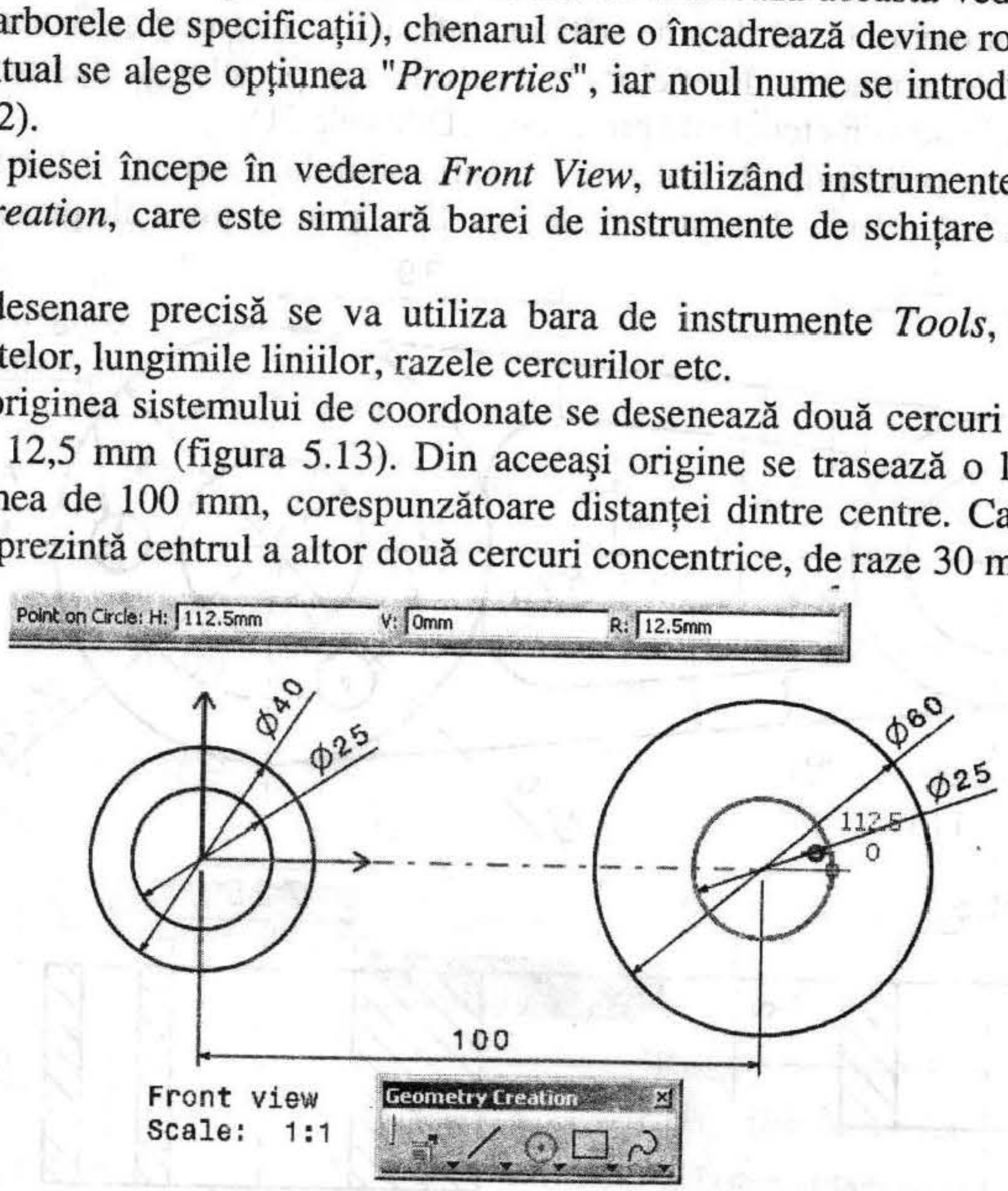


Fig. 5.13. Poziționarea și desenarea cercurilor

Linia orizontală se trasează cu linie-punct, obținută din bara de instrumente *Graphic Properties*, selectând tipul de linie *4 Dot-Dashed* (figura 5.14).

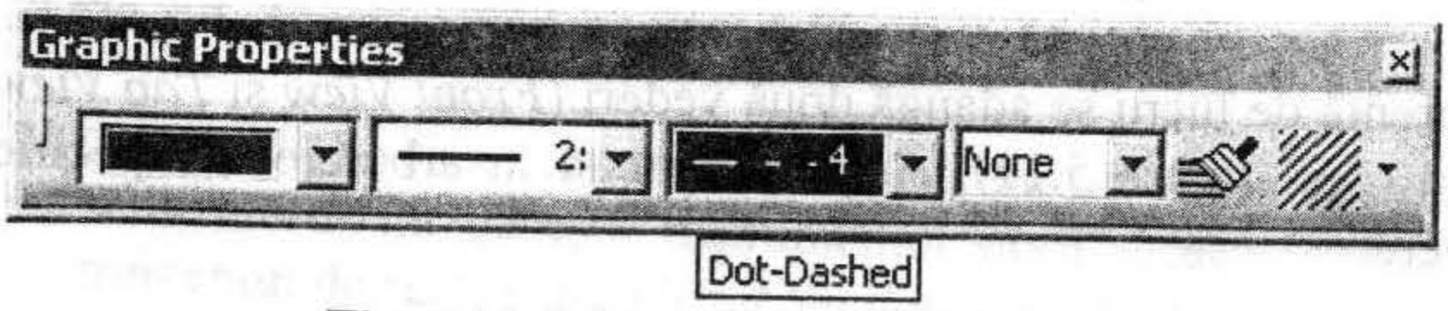


Fig. 5.14. Schimbarea tipului de linie

În continuare, utilizând instrumentul de proiectare *Bi-Tangent Line* se trasează două linii, tangente la cercurile exterioare, aşa cum rezultă din figura 5.15.

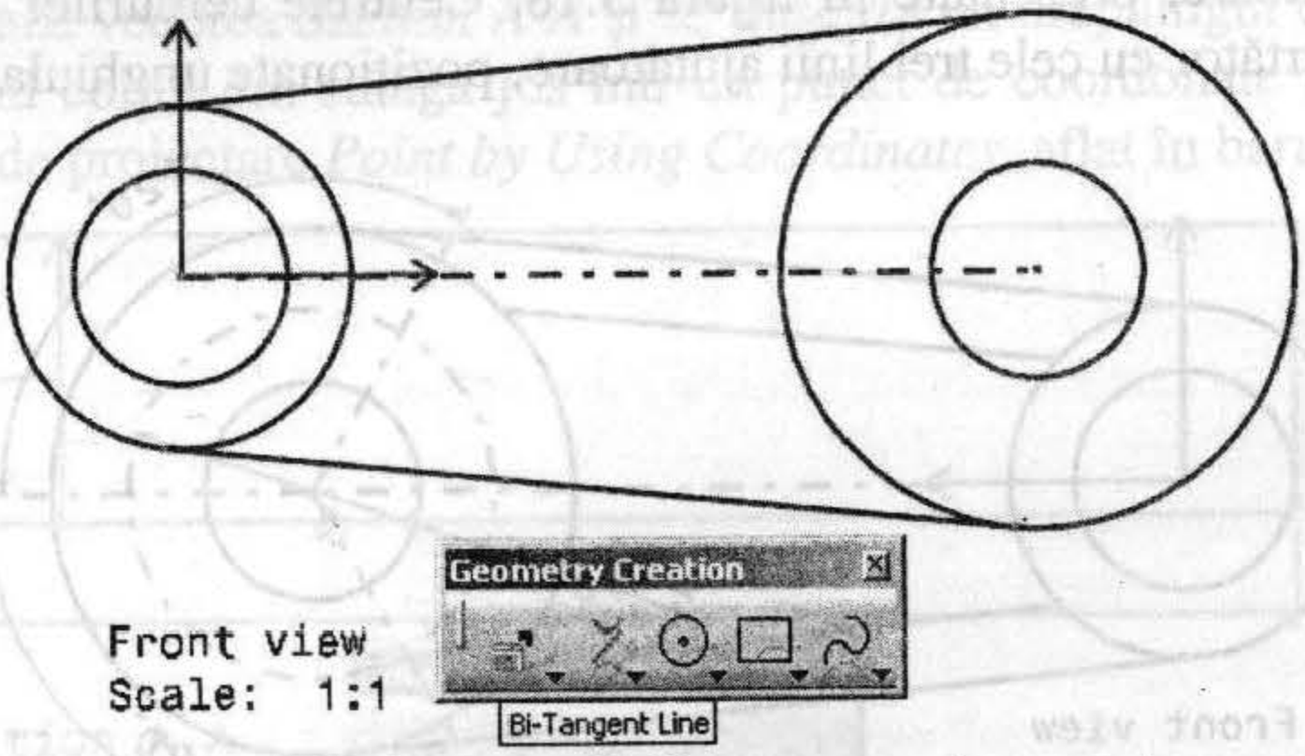


Fig. 5.15. Trasarea liniilor tangente la cercuri

În desen se mai adaugă două linii, tangente la cercul de diametru 25 mm din stânga şi paralele, câte una, cu liniile trasate anterior. Astfel, se va utiliza instrumentul de proiectare *Offset*, copiind şi deplasând simultan liniile din figura 5.15, spre interiorul desenului, cu valoarea de 7,5 mm, egală cu diferența dintre razele celor două cercuri din stânga (figura 5.16). Valoarea *Offset*, de 7,5 mm, se introduce în câmpul de valori respectiv, aflat în bara de instrumente *Tools*.

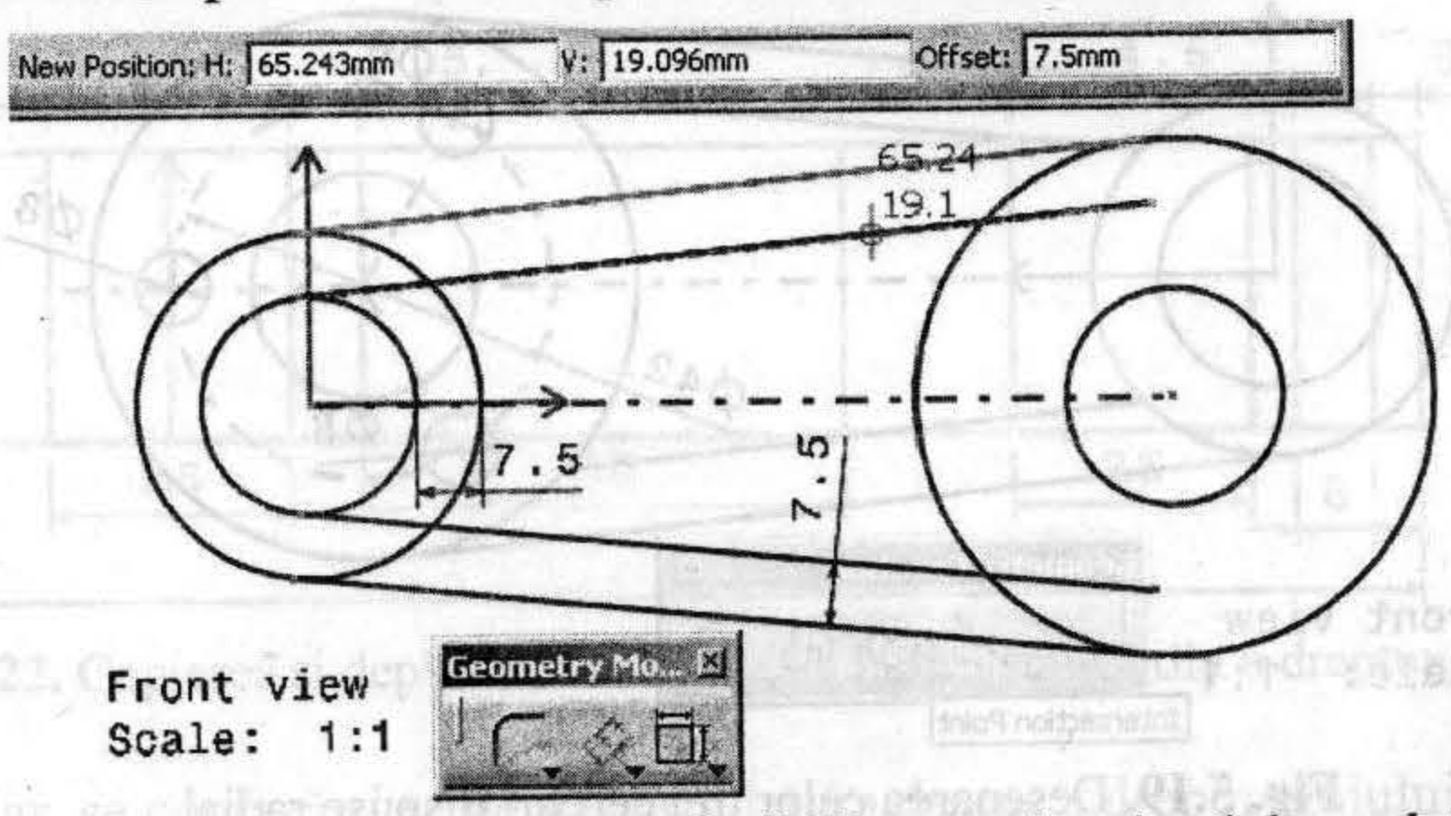


Fig. 5.16. Copierea şi deplasarea liniilor spre interiorul desenului

Segmentele de linie situate între cercurile concentrice şi care nu sunt necesare la reprezentare, se şterg cu ajutorul instrumentului de proiectare *Quick Trim*. Astfel, rezultă desenul din figura 5.17.

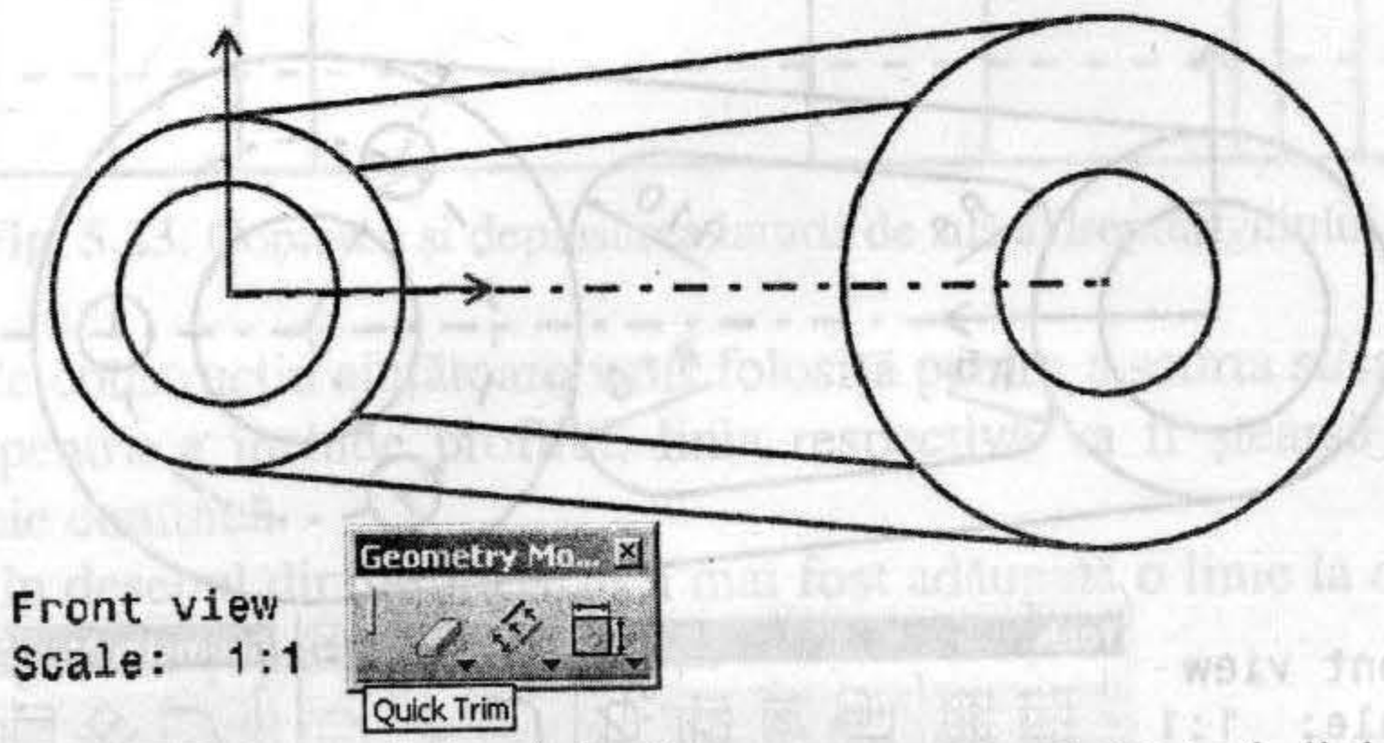


Fig. 5.17. Desenul piesei după ştergerea unor segmente de linie

De asemenea, piesa este prevăzută cu trei găuri străpunse, dispuse radial echidistant (120^0), pe un cerc purtător cu rază de 21 mm. Pentru a localiza centrele găurilor respective, sunt necesare câteva construcții ajutătoare, prezentate în figura 5.18. Centrele cercurilor se află în punctele de intersecție a cercului purtător cu cele trei linii ajutătoare, poziționate unghiular la 120^0.

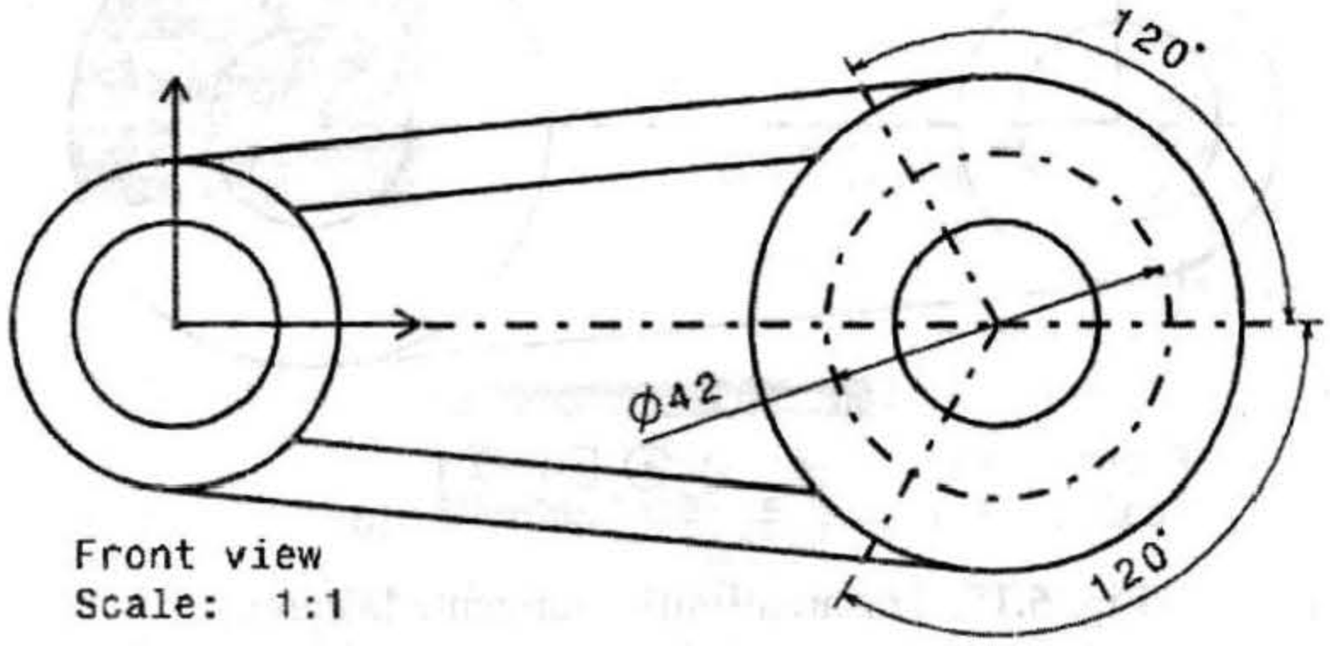


Fig. 5.18. Construcții ajutătoare pentru localizarea centrelor cercurilor

Localizarea cu precizie a centrelor se realizează utilizând instrumentul de proiectare *Intersection Point*, situat în bara *Geometry Creation*. În figura 5.19 sunt reprezentate prin cercuri de același diametru (D = 8 mm), cele trei găuri străpunse.

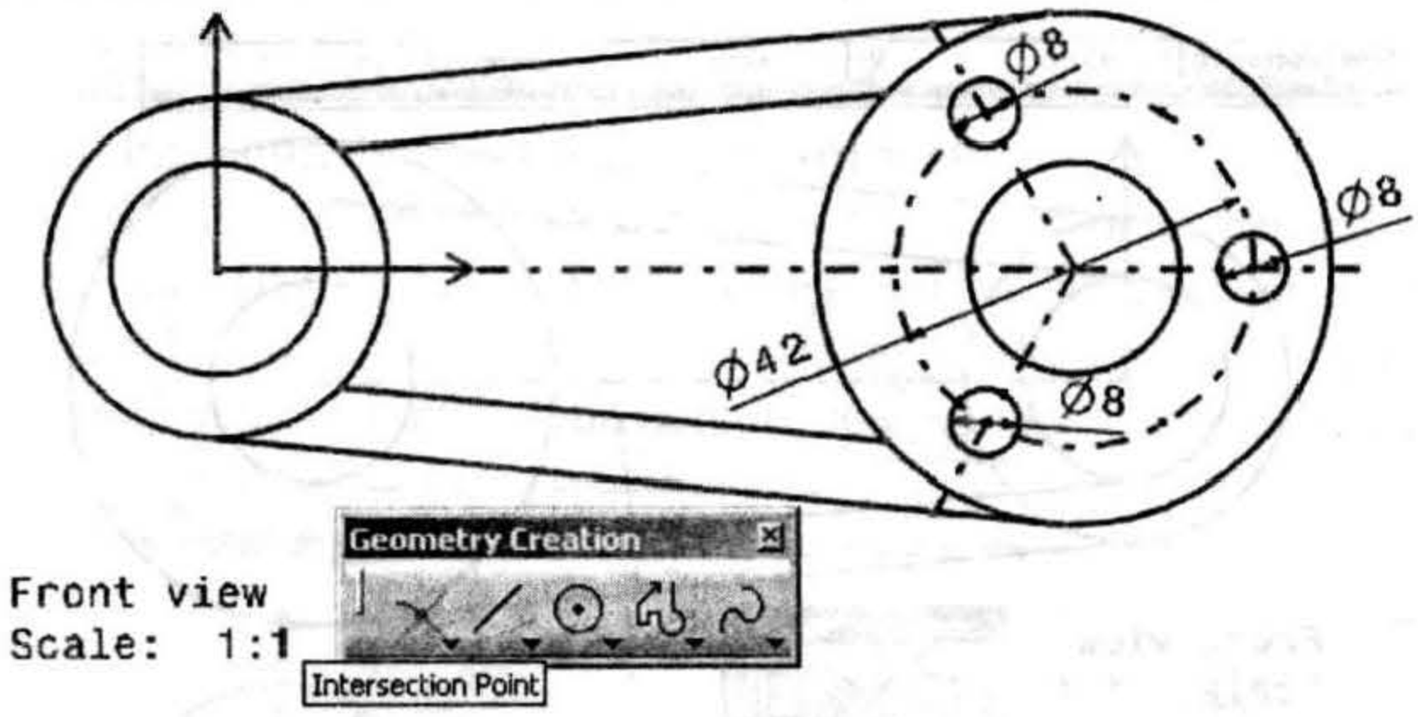


Fig. 5.19. Desenarea celor trei cercuri dispuse radial

În continuare, se utilizează instrumentul de proiectare *Corner*, cu opțiunea "*Trim First Element*" activată, pentru a efectua racordarea liniilor interioare cu cele două cercuri exterioare cu arce de cerc de raze R5 și R10. Ca urmare, rezultă desenul piesei în vederea *Front View*, prezentat în figura 5.20.

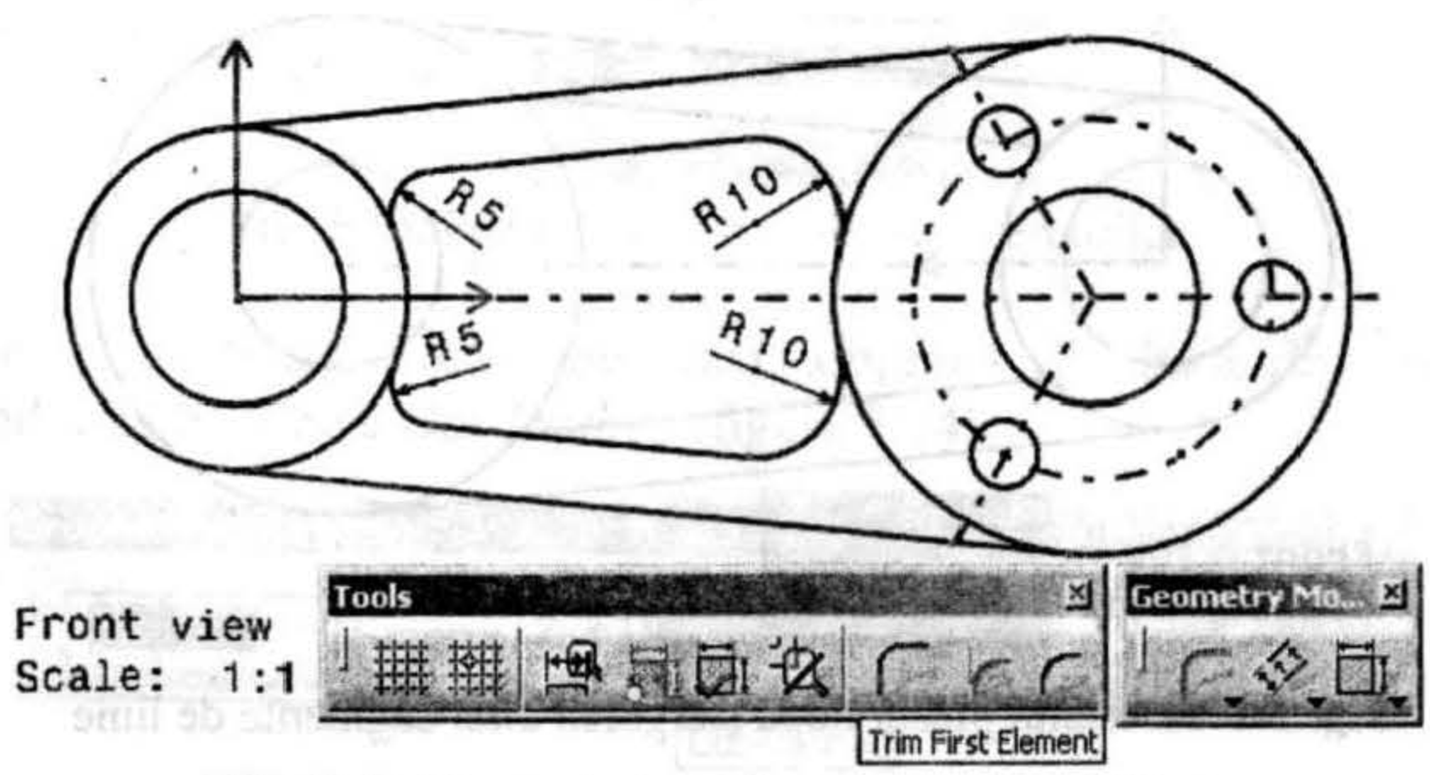


Fig. 5.20. Desenul piesei în vederea *Front View*

Etapa următoare constă în reprezentarea unei secțiuni în vederea *Section A-A* (figura 5.21). În acest caz, se observă că piesa în secțiune poate fi încadrată într-un dreptunghi.

Astfel, se activează vederea *Section A-A* şi se trasează un dreptunghi cu laturile de 150 mm, respectiv, 30 mm, având colțul din stânga jos într-un punct de coordonate (-20, 0), poziționat cu ajutorul instrumentului de proiectare *Point by Using Coordinates*, aflat în bara *Geometry Creation*.

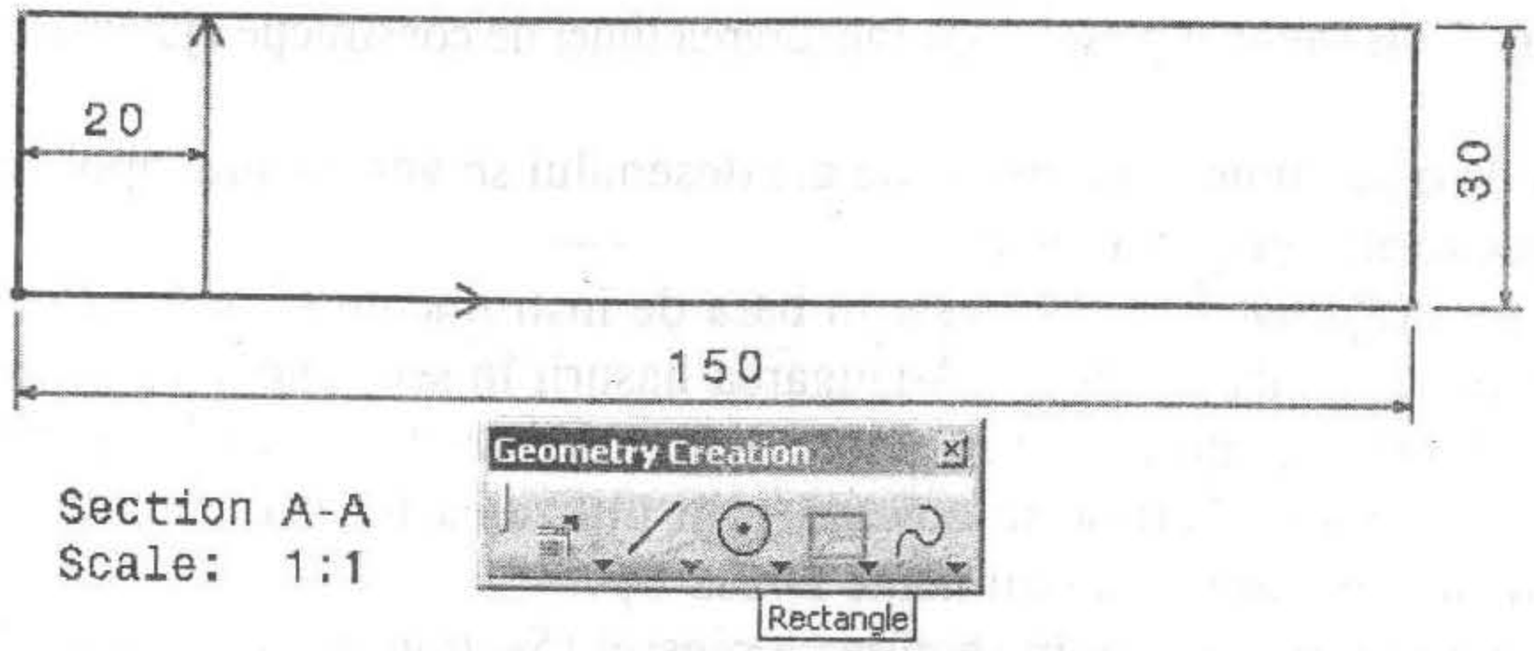


Fig. 5.21. Dreptunghiul în care se încadrează secțiunea piesei

Utilizând instrumentul de proiectare *Offset* din bara *Geometry Modification* se copiază şi se deplasează succesiv latura din stânga a dreptunghiului pe distanțele: 7,5 mm, 25 mm, 7,5 mm, 50 mm, 17,5 mm, 25 mm, 4,5 mm şi 8 mm, aşa cum rezultă din figura 5.22.

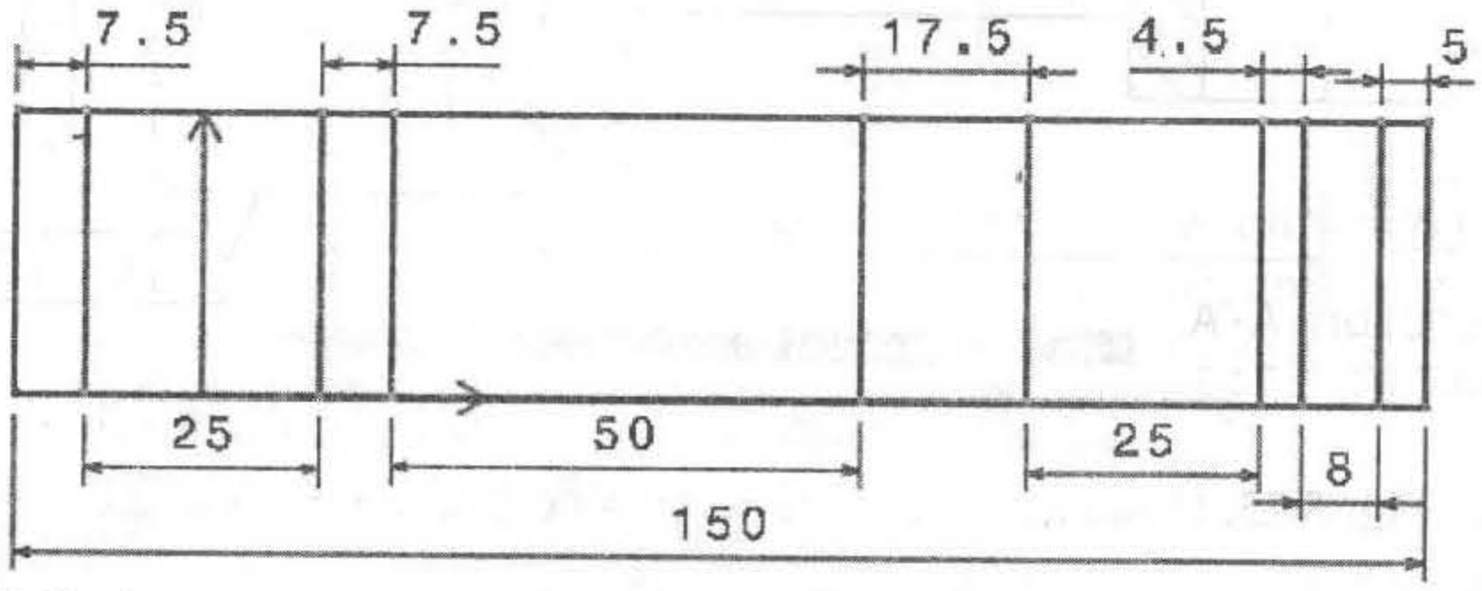


Fig. 5.22. Copierea şi deplasarea succesivă a laturii stânga din a dreptunghiului

În mod similar, se copiază şi se deplasează latura de sus a dreptunghiului, pe o distanță de 20 mm. Linia nou obținută are rol de construcție ajutătoare, fiind reprezentată cu linie întreruptă în figura 5.23.

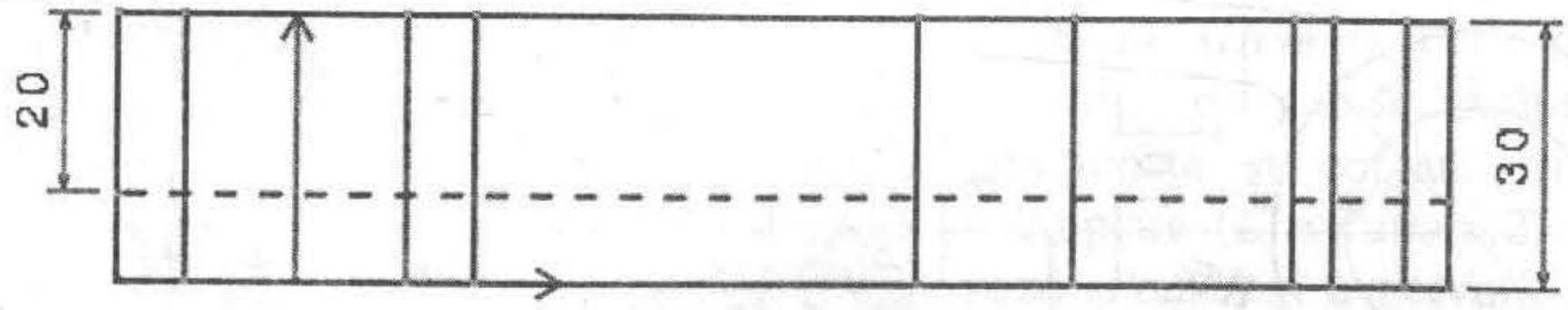


Fig. 5.23. Copierea şi deplasarea laturii de sus a dreptunghiului

Această linie de construcție ajutătoare va fi folosită pentru a scurta şi/sau înlătura unele linii ale desenului. Apoi, pentru a închide profilul, linia respectivă va fi ştearsă sau transformată pe anumite porțiuni în linie continuă.

De asemenea, în desenul din figura 5.24 a mai fost adăugată o linie la distanța de 12 mm de latura de sus a dreptunghiului şi paralelă cu aceasta.

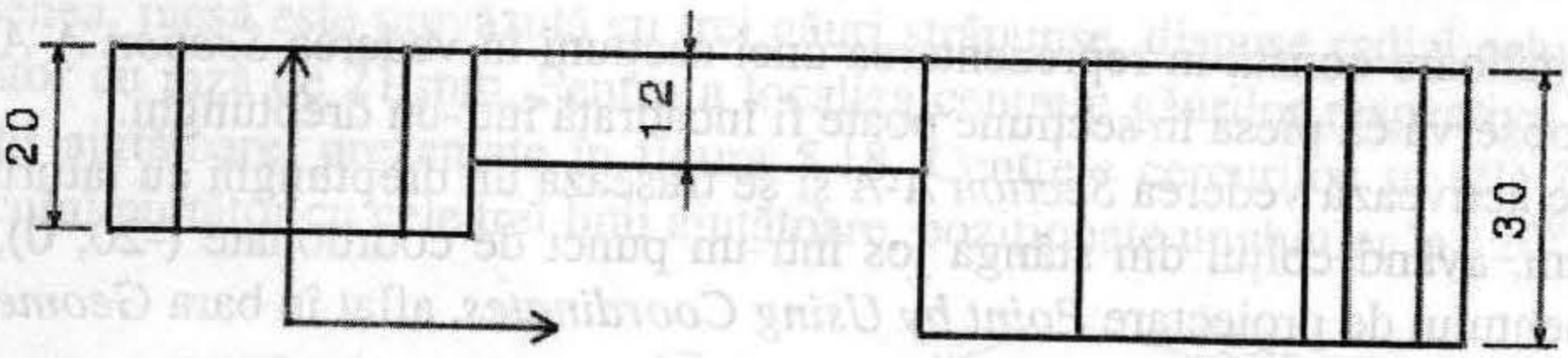


Fig. 5.24. Desenul piesei după înlăturarea liniei de construcție ajutătoare

Fiind vorba de o secțiune, anumite zone ale desenului se vor haşura, apoi se adaugă, cu linie punct, axele de simetrie ale celor trei găuri.

Tipul de haşură (*Pattern*) se stabileşte în bara de instrumente *Graphic Properties* în funcție de materialul din care se realizează piesa. Adăugarea haşurii în secțiune, pe desenul de execuție, se realizează cu ajutorul instrumentului de proiectare *Area Fill*, situat în bara de instrumente *Dress Up*.

Axele de simetrie ale găurilor se creează prin utilizarea instrumentului de proiectare *Axis Line* situat, de asemenea, în bara de instrumente *Dress Up*.

Pentru a încheia reprezentarea în secțiune a piessei (*Section A-A*), se adaugă cotele necesare, aşa cum rezultă din figura 5.25.

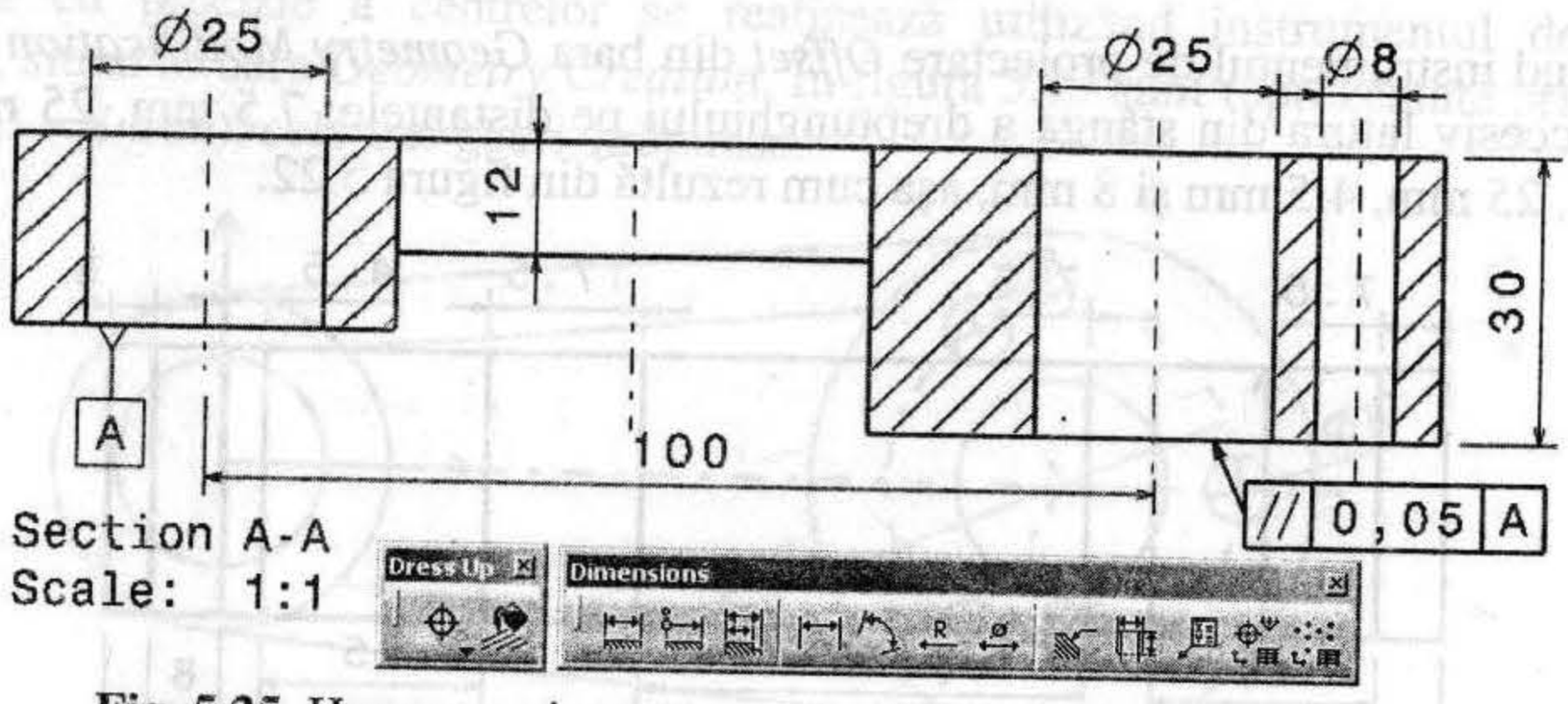


Fig. 5.25. Haşurarea şi cotarea secțiunii desenului de execuție

Adăugarea cotelor în desenul de execuție se realizează prin utilizarea instrumentelor de cotare aflate în bara de instrumente *Dimensions*.

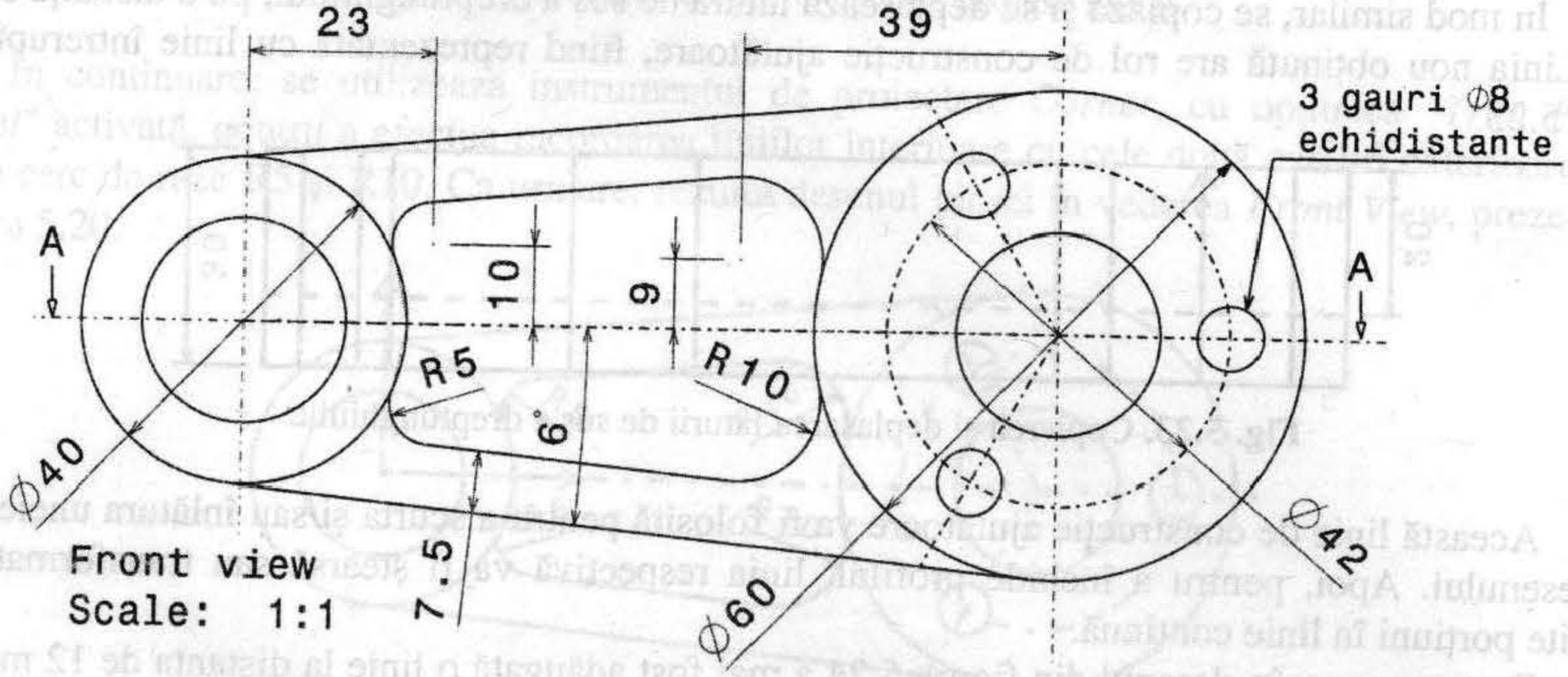


Fig. 5.26. Cotarea vederii *Front View* a desenului de execuție

Modulul CATIA Drafting pune la dispoziția utilizatorului numeroase tipuri de cote, precum: *Dimensions*, *Cumulated Dimensions*, *Stacked Dimensions*, *Length/Distance Dimensions*, *Angle*

Dimensions, *Radius Dimensions*, *Diameter Dimensions*, *Chamfer Dimensions*, *Thread Dimensions* etc. Cu ajutorul acestor instrumente, se completează cu cote şi vederea *Front View* a desenului de execuţie, reprezentată în figura 5.26.

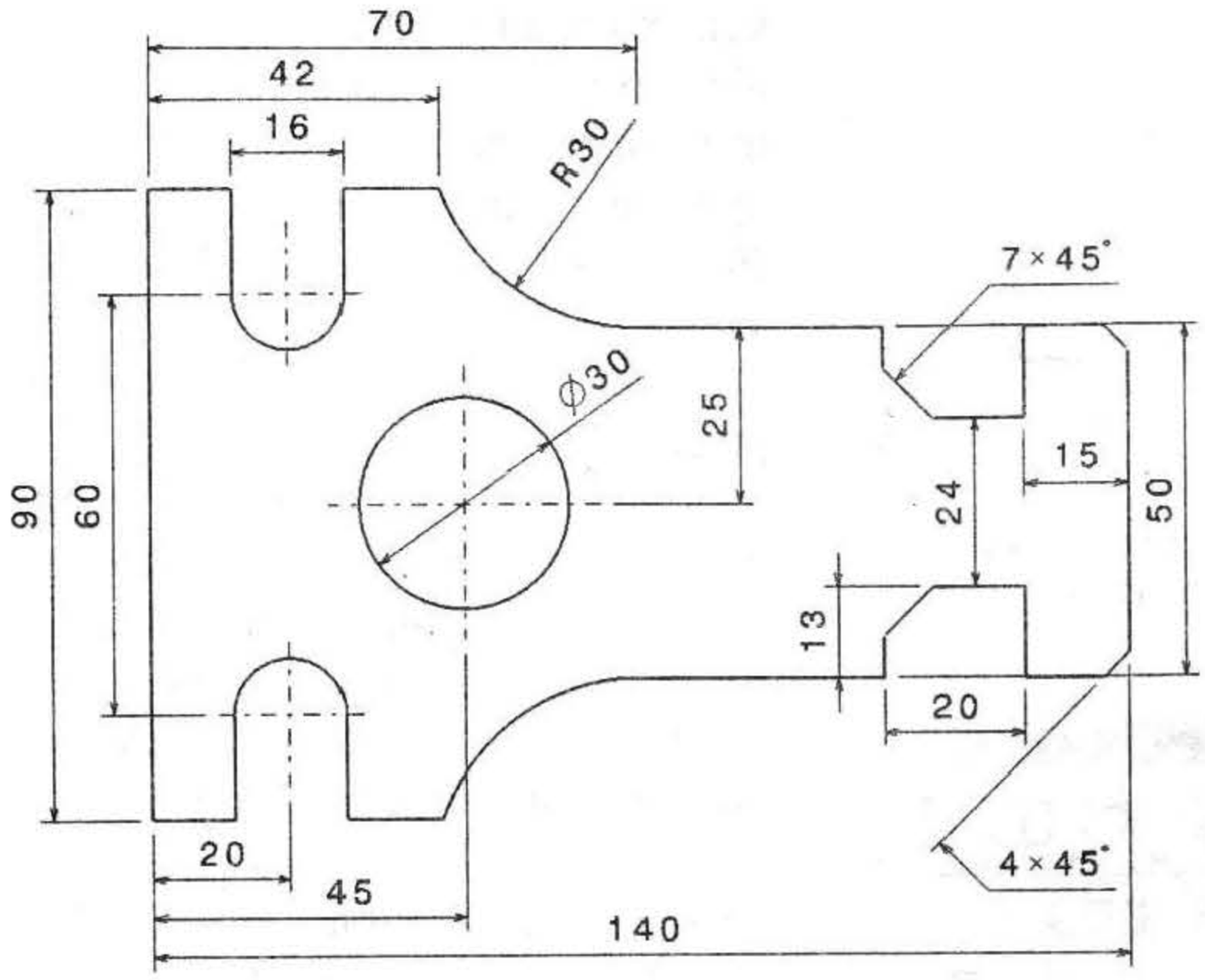


Fig. 5.27. Vederea piesei

Pe desenul de execuţie considerat în acest exemplu se mai pot adăuga diferite adnotări şi toleranţe geometrice (de formă, orientare, poziţie şi bătaie), cu ajutorul instrumentelor de proiectare conţinute de barele *Annotations* şi *Dimensioning*.

Aplicaţie propusă: să se deseneze şi să se coteze vederea piesei din figura 5.27, utilizând submodulul Interactive Drafting. Indicaţie: având în vedere că piesa este simetrică faţă de o axă orizontală, se recomandă desenarea numai a jumătăţii superioare, apoi copierea acesteia faţă de axa orizontală, utilizând instrumentul *Symmetry*.

5.4. Submodulul Generative Drafting

Submodulul Generative Drafting este utilizat la generarea automată a proiecţiilor desenelor de execuţie (vederi şi secţiuni) din corpuri 3D de piese şi ansambluri, create în modulul CATIA Part Design. Pentru definirea completă a desenului de execuţie, utilizatorul poate secţiona corpul 3D cu diferite plane de secţiune.

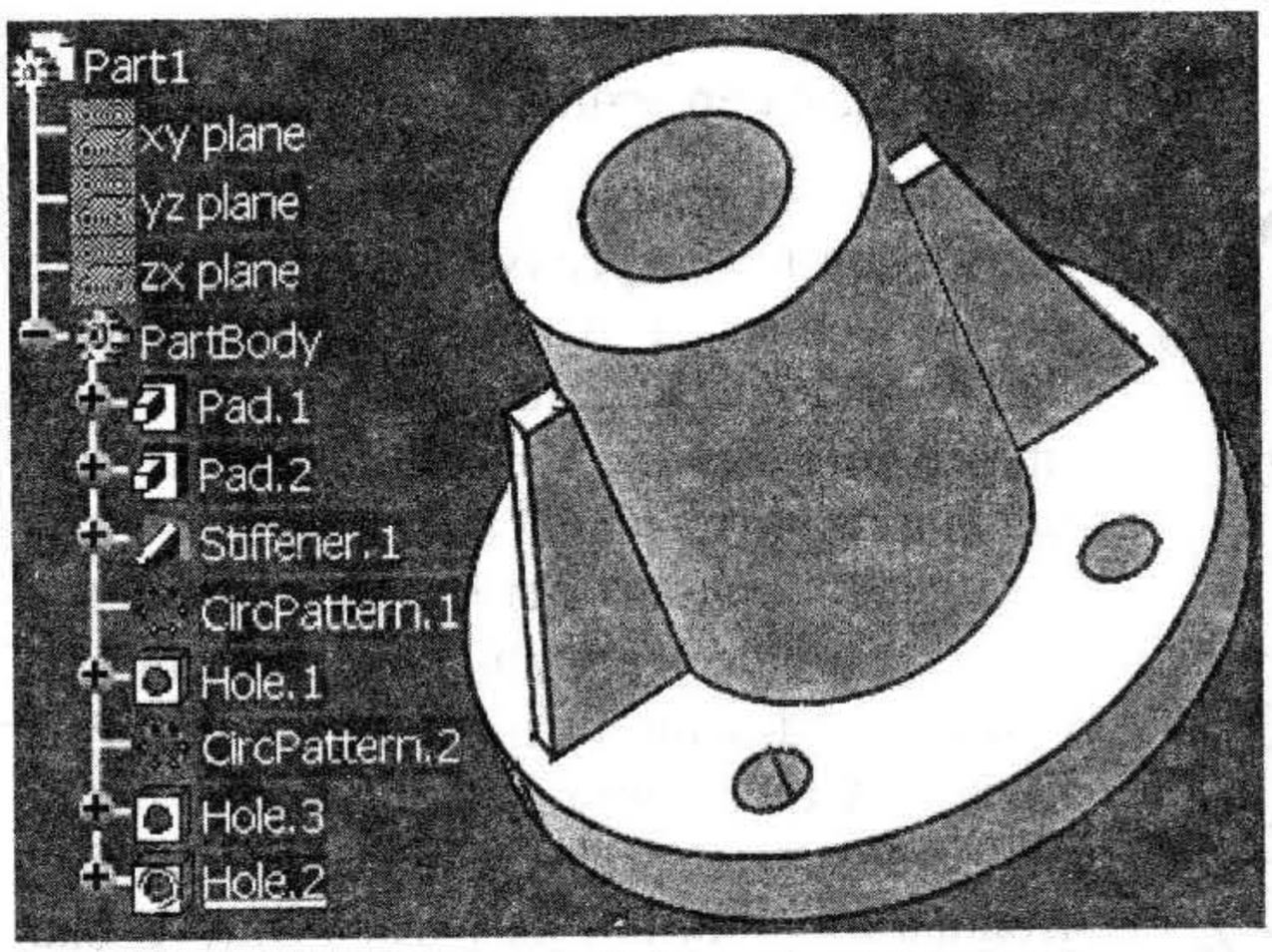


Fig. 5.28. Corpul tridimensional al piesei

Pentru a înţelege principiile de utilizare a submodulului Generative Drafting, în continuare se prezintă etapele de obţinere ale desenului de execuţie pentru piesa din figura 5.28.

Piesa este compusă din doi cilindri (*Pad.1* şi *Pad.2*), o gaură filetată (*Hole.2*), o gaură (*Hole.3*) coaxială cu cei doi cilindri, o gaură străpunsă (*Hole.1*), poziţionată şi copiată circular în patru exemplare (*CircPattern.2*) pe cilindrul de bază (*Pad.1*) şi o nervură (*Stiffener.1*), de asemenea, poziţionată şi copiată circular în două exemplare (*CircPattern.1*) pe cilindrul de bază.

Desigur, fiind vorba de o nervură, între aceasta şi cei doi cilindri vor exista constrângeri de coincidenţă. Toate aceste elemente ale corpului 3D trebuie să se regăsească definite prin cotare şi în desenul de execuţie.

Având piesa deschisă în modulul CATIA Part Design, se accesează submodulul Generative Drafting din meniul *Start* ([Start] -> [Mechanical Design] -> [Drafting]) şi se afişează fereastra de

dialog "*New Drawing Creation*", în care se alege setul de proiecţii ale corpului tridimensional. Pentru exemplificare, în acest caz, s-a optat pentru setul de proiecţii *Front, Top and Left*.

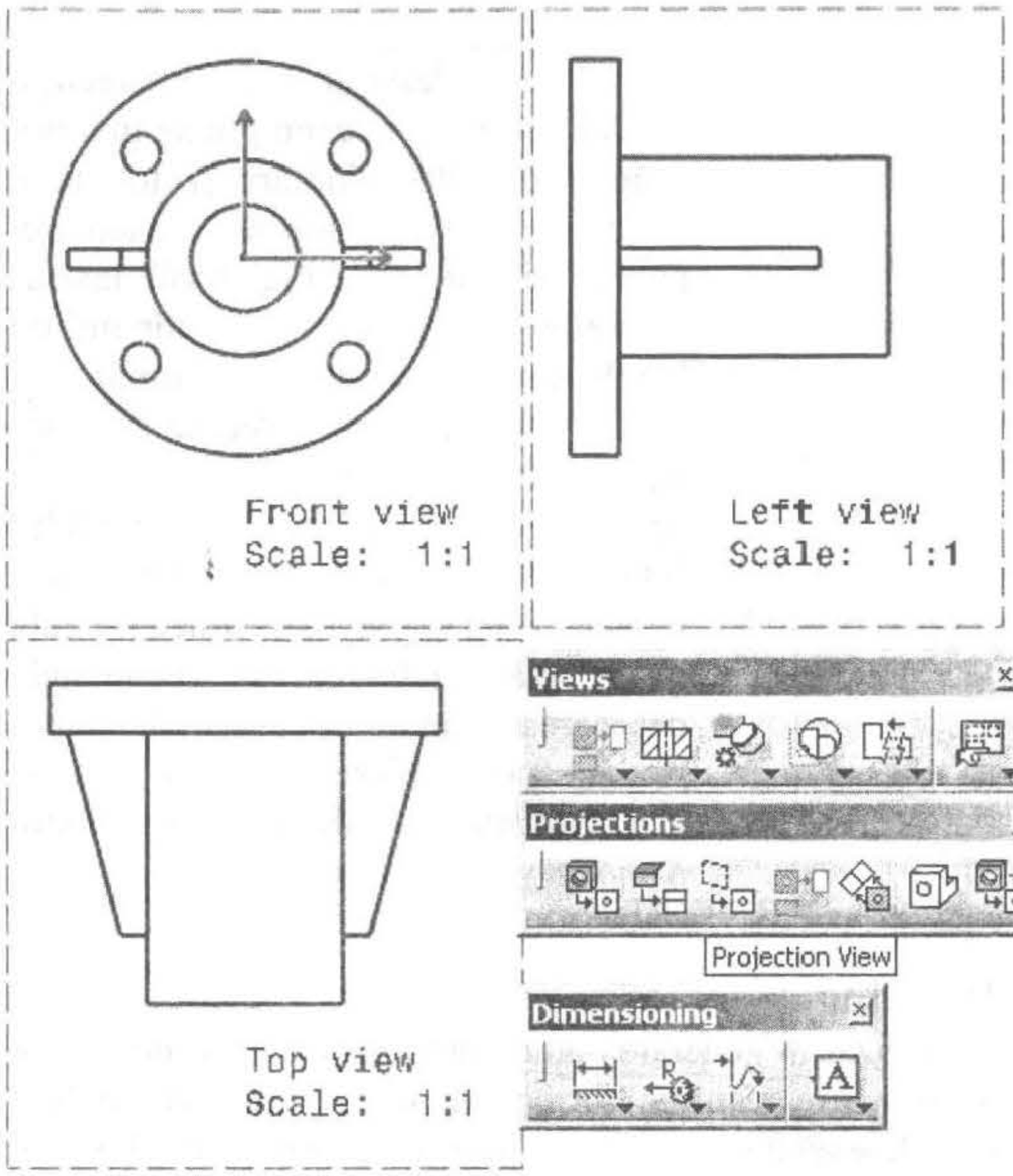


Fig. 5.29. Generarea automată a proiecţiilor corpului 3D

Modulul CATIA Drafting generează automat cele trei proiecţii ale piesei (figura 5.29), dar utilizatorul poate adăuga şi altele, apelând familia de instrumente *Projections* din bara de instrumente *Views*.

În figura 5.29, cele trei proiecţii sunt însoţite şi de pictogramele familiei de instrumente *Projections*, acestea fiind, de la stânga spre dreapta: *Front View*, *Unfolded View*, *View from 3D*, *Projection*, *Auxiliary*, *Isometric* şi *Advanced Front View*.

În tipul de proiecţie ales pentru acest exemplu (*Front, Top and Left*), toate proiecţiile piesei sunt ortogonale.

Sunt cazuri în care, pentru o mai bună înţelegere şi definire a geometriei corpului 3D, este recomandată şi o vedere izometrică a acestuia.

În vederea izometrică se reprezintă un corp 3D în concordanţă cu un anumit plan de proiecţie.

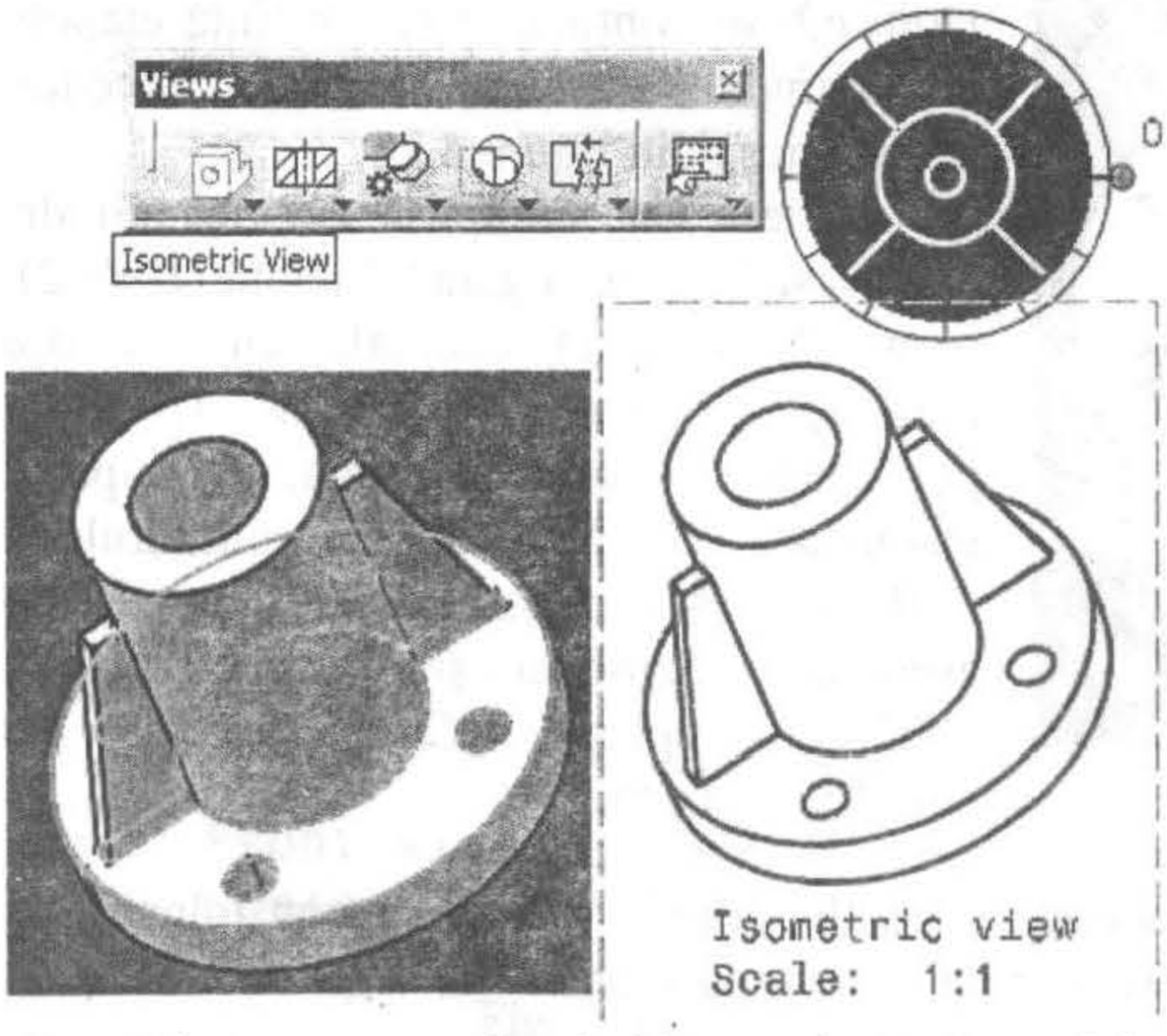


Fig. 5.30. Inserarea unei vederi izometrice în desenul de execuţie

Planul respectiv permite, astfel, o vizualizare în perspectivă. Pentru a obţine o vedere izometrică (izometric se traduce prin "măsură egală") este necesară plasarea obiectului astfel încât muchiile sale să facă unghiuri egale cu planul de proiecţie.

Se apasă pictograma "*Isometric View*" şi se selectează un plan de referinţă pe corpul 3D deschis în modulul CATIA Part Design. Astfel, pentru piesa studiată în figura 5.30, a fost selectată ca plan de referinţă faţa frontală a cilindrului de bază. Pentru o mai facilă selectare a corpului 3D se recomandă aşezarea în paralel, alăturat, pe verticală, a ferestrelor ce conţin modulul CATIA Part Design, respectiv, modulul CATIA Drafting, cu ajutorul opţiunii *Tile Vertically* din meniul [Window]

În momentul selecției planului de referință pe corpul 3D, în fereastra modulului CATIA Drafting este creată o vedere izometrică a acestuia, într-o poziție care poate fi rotită cu ajutorul unui manipulator, de asemenea, indicat.

Fiecare vedere este încadrată de un chenar ce poate avea două culori: roşu, când vederea este activată şi albastru, când vederea este dezactivată. Pentru o bună aranjare a vederilor pe planşa de lucru a desenului de execuție, acestea se pot deplasa stânga-dreapta sau sus-jos, în funcție de tipul vederii.

Spre exemplu, vederea *Left View* poate fi deplasată numai pe orizontală atât timp cât nu se utilizează opțiunea "*Do Not Align View*", accesibilă din meniul contextual -> *View Positioning*. Deplasarea vederii (figura 5.31) se face cu ajutorul mouse-ului.

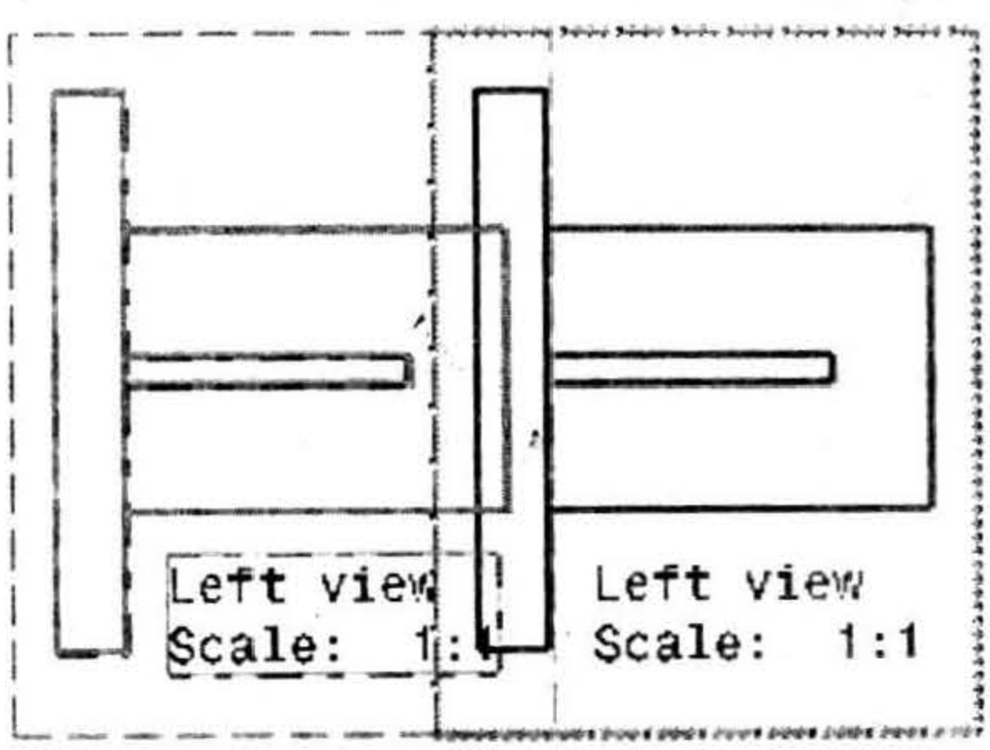


Fig. 5.31. Deplasarea vederii *Left View* spre dreapta

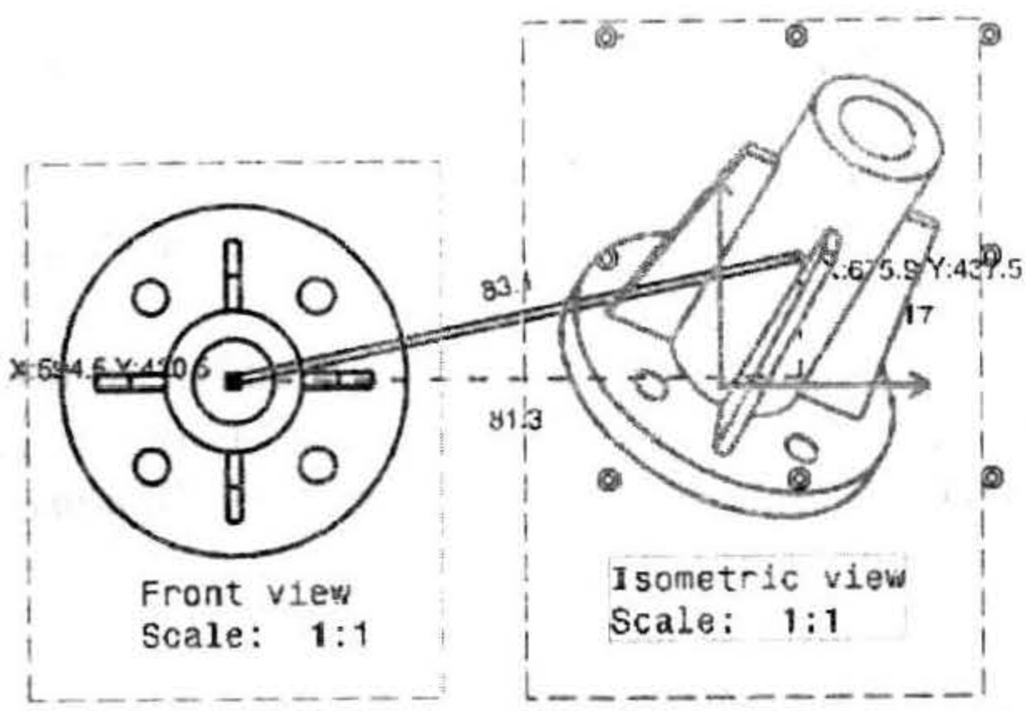


Fig. 5.32. Deplasarea vederii izometrice, relativ la vederea *Front View*

De asemenea, vederea izometrică poate fi deplasată pe orice direcție, fără nici un fel de restricție. În figura 5.32 este prezentată repoziționarea acestei vederi, relativ la o vedere ortogonală, în acest caz, *Front View*.

În mod implicit, toate vederile create în modulul CATIA Drafting sunt la scara 1:1 şi poartă un nume prestabilit, precum: *Left View*, *Front View*, *Top View* etc.

Aceste proprietăți, dar şi altele, precum orientarea vederii, prezența liniilor de simetrie, a filetelor, a liniilor "ascunse" (*hidden lines*) etc., pot fi modificate utilizând fereastra de dialog *Properties* accesibilă din meniul contextual al vederii respective (figura 5.33).

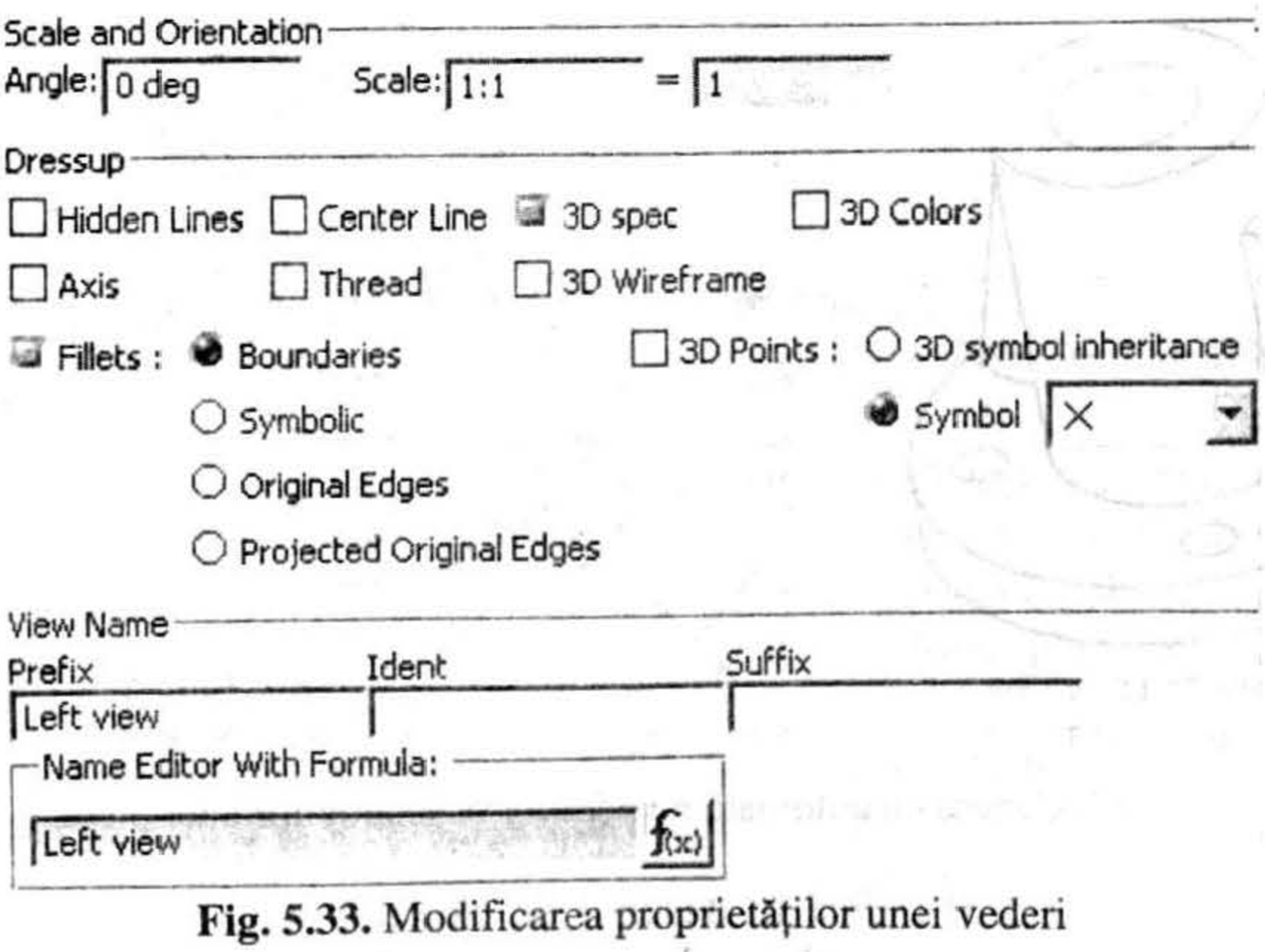


Fig. 5.33. Modificarea proprietăților unei vederi

Principala utilizare a submodulului Generative Drafting este aceea de a crea secţiuni pentru desenul de execuţie al corpului 3D. Pentru a evidenţia toate elementele corpului, utilizatorul trebuie să definească mai multe secţiuni în cadrul acestuia.

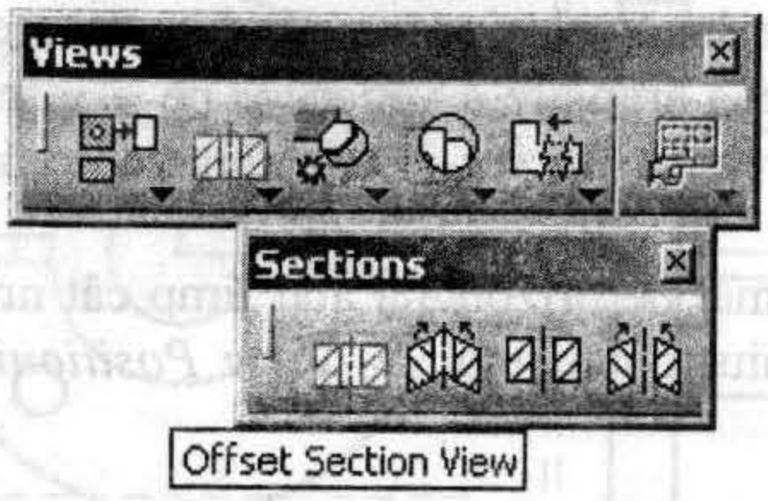


Fig. 5.34. Familia de instrumente *Sections*

Definirea secţiunilor şi, implicit, a planului de secţionare, se realizează cu ajutorul familiei de instrumente *Sections* din bara de instrumente *Views*.

În figura 5.34 sunt prezentate şi pictogramele familiei de instrumente *Sections*, acestea fiind, de la stânga spre dreapta: *Offset Section View*, *Aligned Section View*, *Offset Section Cut* şi *Align Section Cut*.

Considerând piesa modelată tridimensional în modulul CATIA Part Design şi reprezentată în figura 5.28, cu ajutorul instrumentelor *Projections* şi *Sections*, utilizatorul poate obţine automat diferite proiecţii şi secţiuni.

În figura 5.35, alături de o vedere şi două secţiuni, se prezintă şi o perspectivă izometrică, care ajută la o mai bună percepţie a formei piesei. Cotarea desenului de execuţie se realizează manual prin intermediul instrumentelor *Dimensioning*.

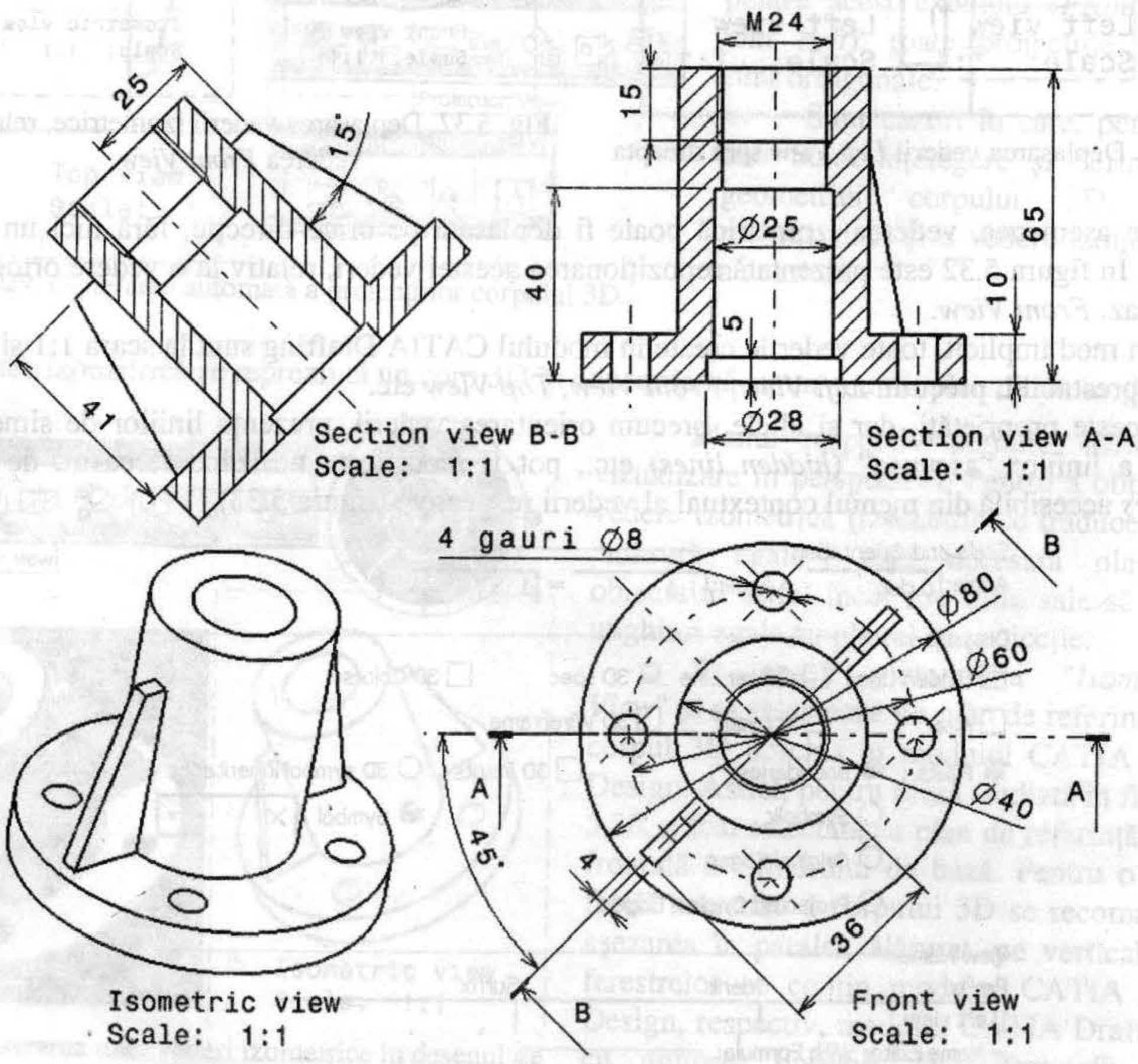


Fig. 5.35. Generarea automată a vederilor şi secţiunilor unei piese

În unele cazuri, utilizatorul indică în desenul de execuţie unul sau mai multe detalii care reprezintă un anumit element al piesei, aflat într-o vedere sau în secţiune. Pentru obţinerea acestor

detalii se utilizează instrumentele *Details* (*Detail View*, *Detail View Profile*, *Quick Detail View* şi *Quick Detail View Profile*).

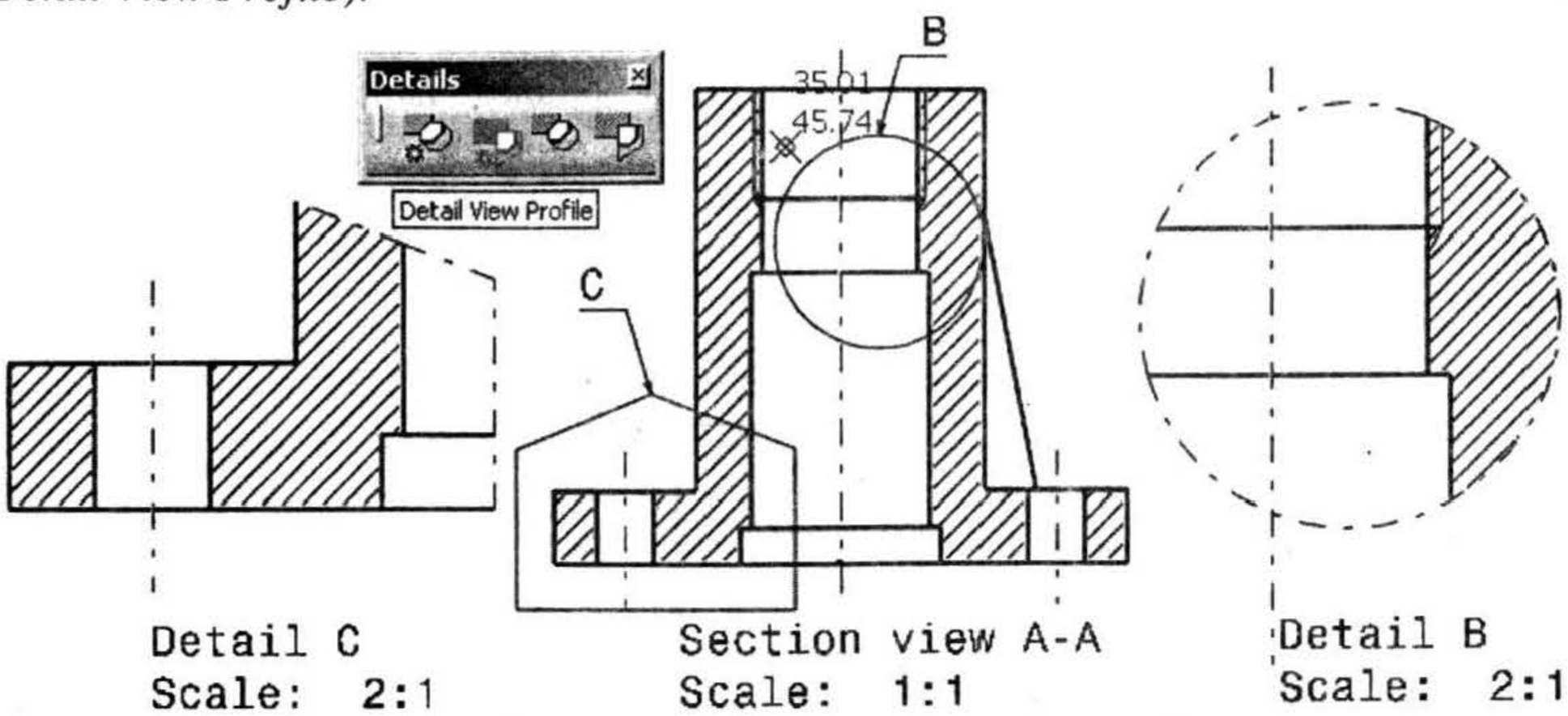


Fig. 5.36. Crearea detaliilor în desenul de execuţie

Un detaliu corespunde unei anumite zone a desenului de execuţie, mărită (*zoom*) la scara 2:1. Detaliul ce surprinde zona respectivă poate avea formă circulară sau una oarecare, poligonală, trasată de utilizator.

Secţiunile *Offset* sunt create secţionând profilul cu două sau mai multe plane paralele. În secţionarea corpurilor de formă neregulată, se urmăreşte deseori prezentarea în secţiune a anumitor elemente ale acestora care nu pot fi străbătute de un singur plan. Acest tip de secţiuni corespund secţiunilor în trepte, aplicate în desenul tehnic. Suprafeţele treptelor vecine ale secţiunii trebuie să aibă haşurile decalate între ele. Pentru exemplificare, în figura 5.37 este prezentat un corp secţionat în trepte cu trei plane paralele.

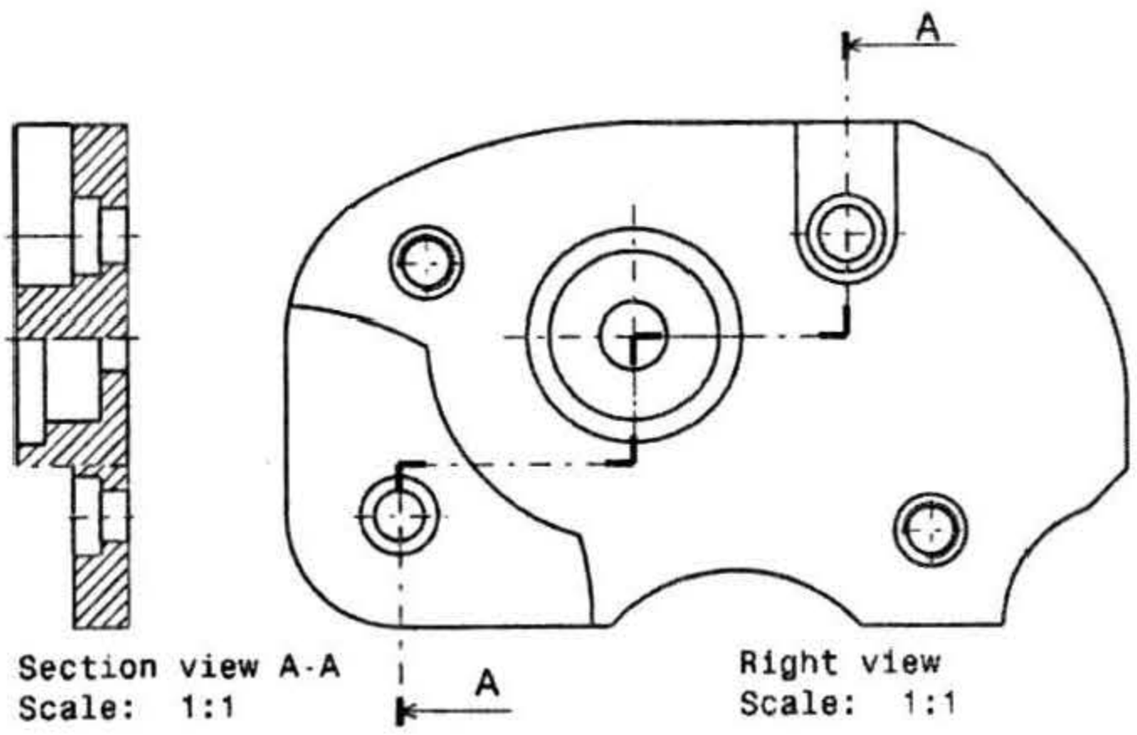


Fig. 5.37. Secţiune în trepte prin corp

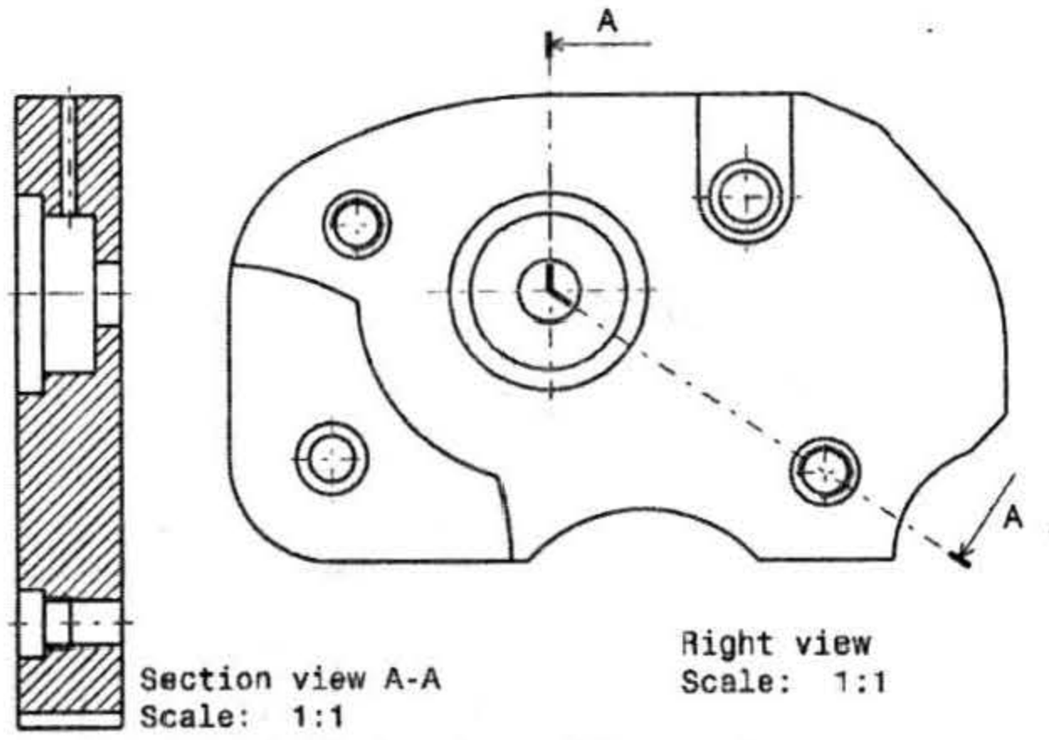


Fig. 5.38. Secţiune frântă prin corp

Secţiunile *Align* sunt create secţionând corpul cu două sau mai multe plane consecutive concurente sub un unghi diferit de 90^0. Acest tip de secţiuni corespund secţiunilor frânte din desenul tehnic. Porţiunea secţionată se reprezintă rabătută pe un plan paralel cu planul de proiecţie. În figura 5.38 este prezentat, ca exemplu, un corp, secţionat cu două plane consecutive concurente poziţionate sub un unghi diferit de 90^0.

Principalul avantaj al submodulului CATIA Generative Drafting constă în posibilitatea de a genera automat diferite vederi şi secţiuni pentru corpul 3D, deschis în modulul CATIA Part Design. Aceste proiecţii definesc desenul de execuţie al corpului respectiv. Orice modificare adusă corpului 3D, cum ar fi schimbarea valorilor unor dimensiuni, adăugarea sau eliminarea unor elemente etc., se

reflectă imediat în proiecțiile şi secțiunile desenului de execuție şi, dacă este cazul, şi în detaliile definite de către utilizator. Sunt, însă, cazuri în care utilizatorul nu doreşte actualizarea (automată sau manuală) a proiecțiilor obținute, indiferent de modificările aduse corpului 3D. Pentru ca proiecția şi corpul 3D să fie independente, se va folosi opțiunea "*Isolate*" din meniul contextual al vederii sau secțiunii respective.

În continuare, utilizatorul poate opta pentru cotarea manuală sau automată a desenului de execuție. Pentru cotarea manuală se utilizează instrumentele din bara *Dimensioning*, iar pentru cotarea automată se utilizează cele din bara *Dimension Generation*.

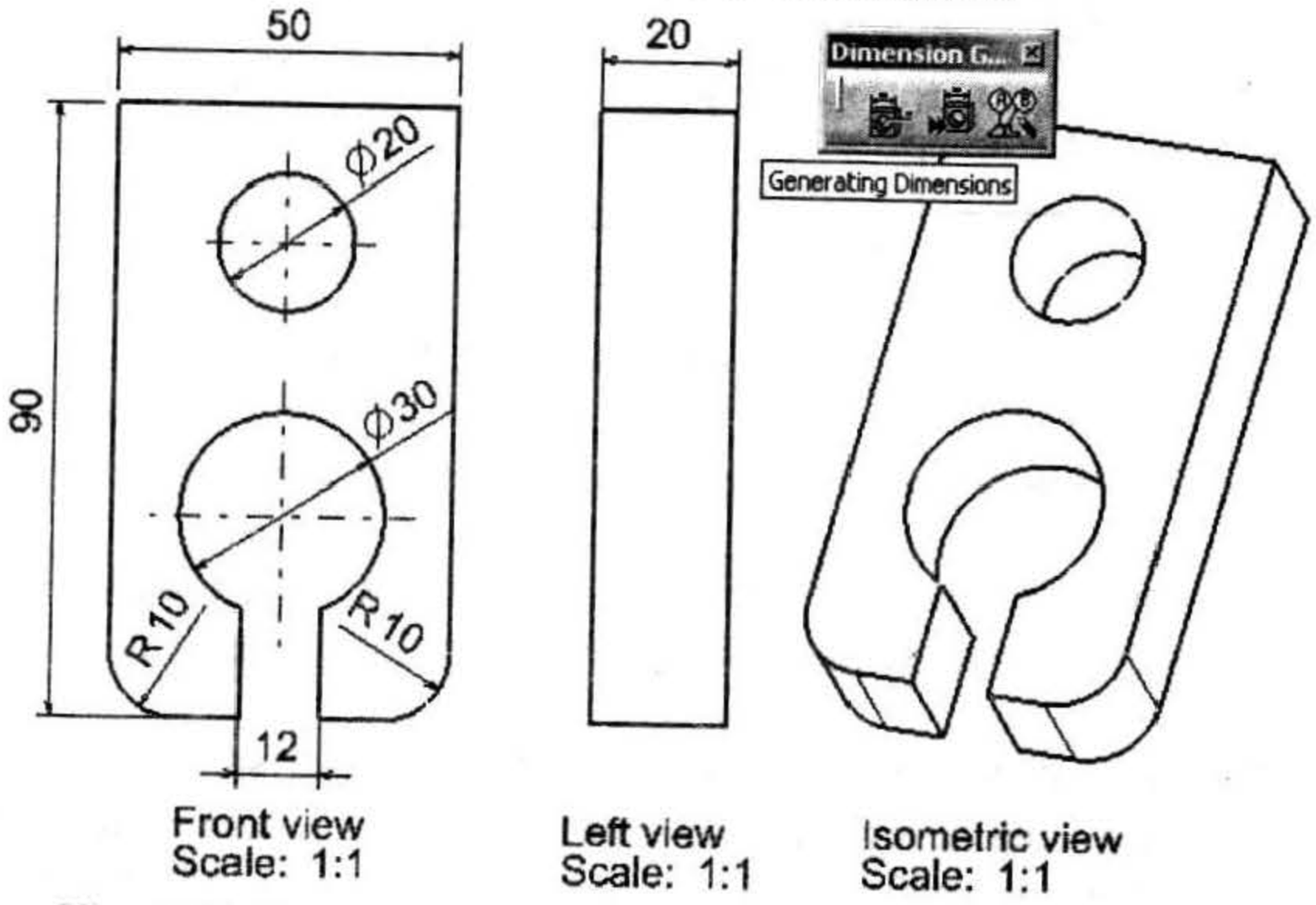


Fig. 5.39. Generarea automată a cotelor desenului de execuție

Pentru a putea fi aplicată cotarea automată, opțiunea "*Analysis after generation*" trebuie să fie bifată în meniul [Tools] -> [Options] -> [Mechanical Design] -> [Drafting] -> [Generation].

În figura 5.39 se prezintă corpul 3D al unei piese, o proiecție şi o secțiune ale acesteia. Utilizând instrumentele din bara *Dimension Generation*, utilizatorul a generat automat cotele desenului de execuție.

Uneori, când cotarea automată nu este completă, intervenția utilizatorului devine necesară. Astfel, în figura 5.40, pe desenul de execuție s-au mai adăugat manual trei cote pentru a indica poziționarea găurilor de diametre 20 mm, respectiv 30 mm.

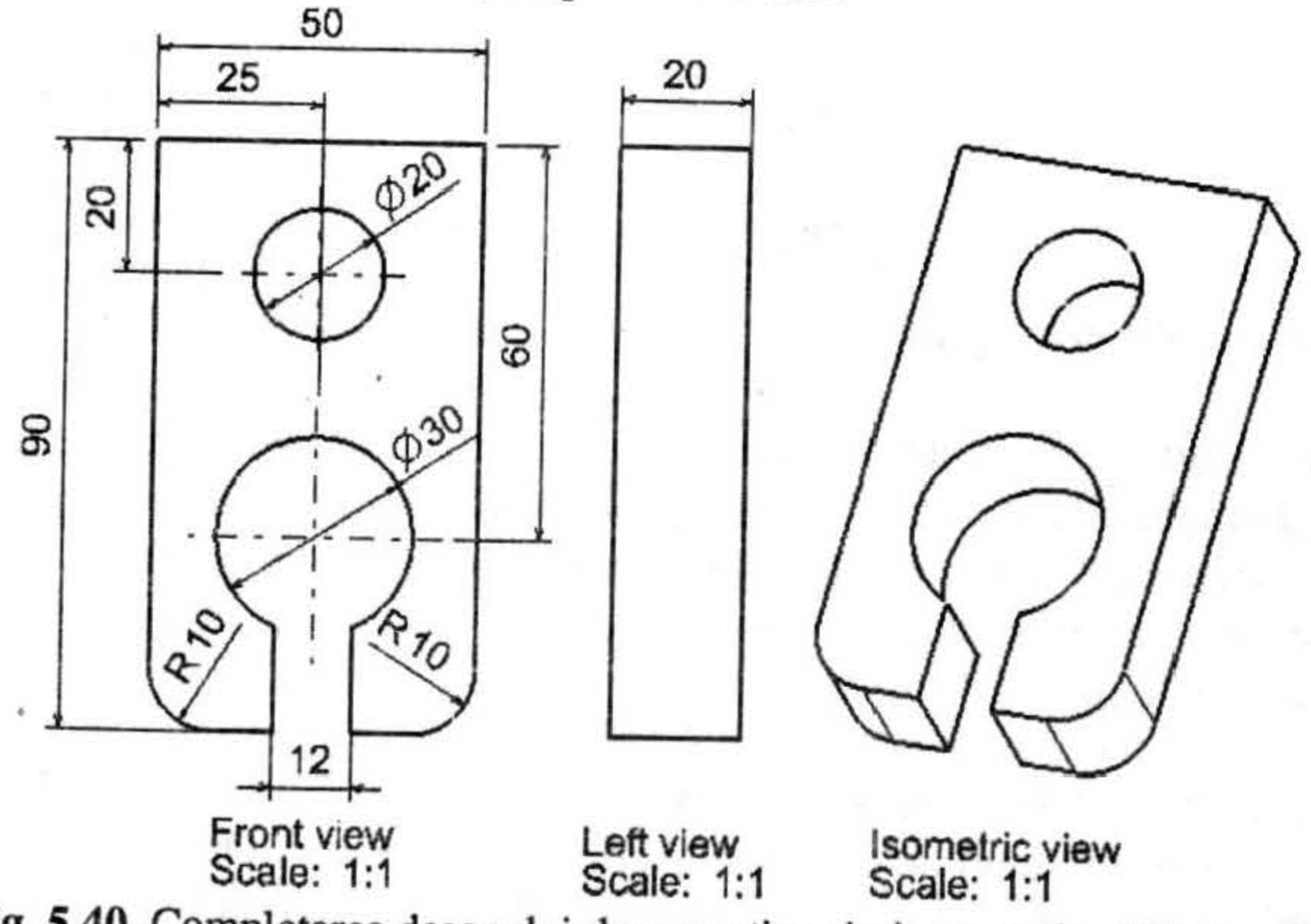


Fig. 5.40. Completarea desenului de execuție prin intervenția utilizatorului

Capitolul 6. MODULUL CATIA KNOWLEDGE ADVISOR

6.1. Introducere

O problemă importantă care afectează şi defineşte activitatea de dezvoltare a produselor este crearea, stocarea şi reutilizarea informaţiilor, a datelor experimentale, experienţelor şi a cunoştinţelor acumulate anterior.

Pe măsură ce fiecare companie produce date şi informaţii referitoare la produsele sale, transformarea acestora într-o bază de cunoştinţe accesibilă este o activitate laborioasă şi dificilă. Instrumentele utilizate în procesul de dezvoltare a produselor nu ajută, de obicei, la menţinerea cunoştinţelor pentru care au fost luate anumite decizii şi nici nu furnizează accesul rapid la aceste cunoştinţe.

Cunoştinţele incorporează experienţa anterioară şi datele despre produs sub o formă direct utilizabilă, o hartă ce prezintă maniera în care aceste date trebuie să fie interpretate. În dezvoltarea unui produs, înţelegerea funcţionării sale şi modul cum se poate aplica aceasta pentru a crea un produs evoluat din punct de vedere tehnic şi al designului, reprezintă o etapă esenţială. Modelele şi schemele produsului fac parte din datele care îl definesc, dar nu indică cum şi pentru ce acesta a fost creat, într-o manieră specifică. Includerea unor astfel de cunoştinţe în concepţie s-a dovedit dificilă, fiind nevoie de efort suplimentar pentru a scrie sau codifica procedeul de decizie astfel încât să poată fi utilizat de persoane diferite.

Instrumentele care, cel mai adesea, sunt folosite în dezvoltarea de produs, trebuie să fie capabile să includă şi să păstreze acest tip de cunoştinţe, pentru a permite, apoi, utilizatorilor să le aplice în concepţia produselor care le realizează.

Modulul CATIA Knowledge Advisor permite utilizatorilor integrarea şi optimizarea cunoştinţelor în concepţie, facilitând luarea deciziilor tehnice, reducerea numărului şi gravităţii erorilor sau pentru automatizarea concepţiei cu o productivitate maximă.

Astfel, utilizatorul poate integra diverse cunoştinţe în concepţia produselor sale prin reguli, formule, reacţii şi verificări. Aceste elemente sunt luate în considerare şi utilizate împreună într-un anumit context.

6.2. Elementele principale ale modulului CATIA Knowledge Advisor

În figura 6.1 este prezentat modul de acces la modulul CATIA Knowledge Advisor, din meniul [Start] -> [Knowledgeware] -> [Knowledge Advisor].

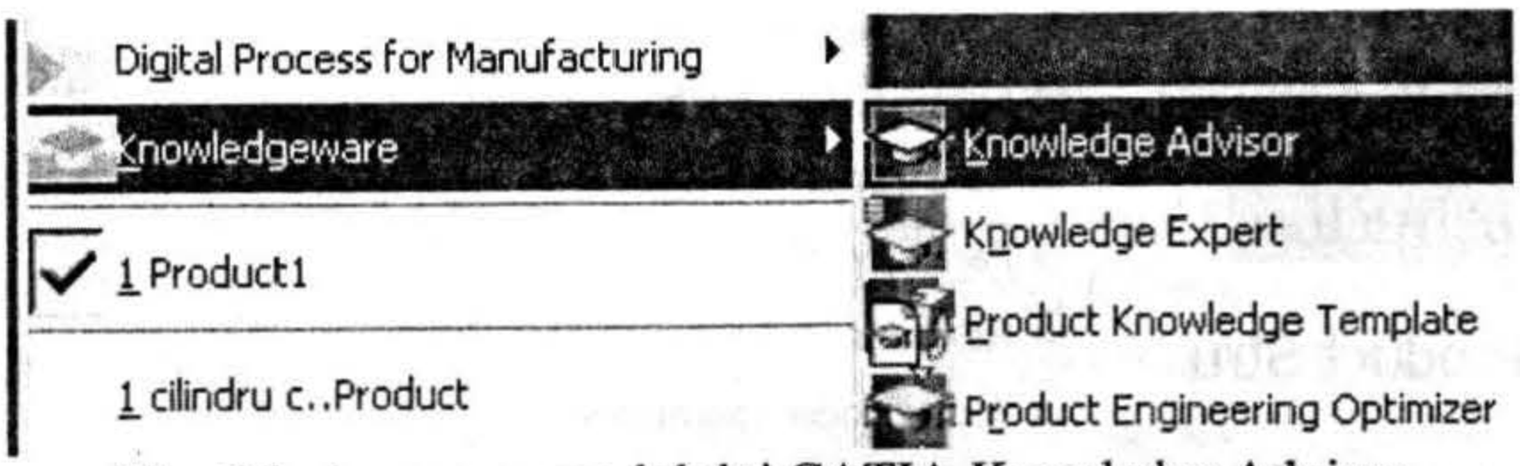


Fig. 6.1. Accesarea modulului CATIA Knowledge Advisor

Posibilităţile de lucru ale modulului CATIA Knowledge Advisor sunt definite prin anumite elemente pe care utilizatorul le adaugă la un document spre a-l îmbunătăţi cu informaţii bazate pe cunoştinţe. Elementele care pot fi create şi manevrate într-o aplicaţie CATIA Knowledge Advisor sunt de trei tipuri: parametri, relaţii şi reacţii.

Parametrii şi relaţiile se utilizează la conceperea unui document în ceea ce priveşte crearea anumitor legături între dimensiunile corpului aflat în lucru.

Parametrii conţin proprietăţile unui document, iar când sunt utilizaţi în relaţii acţionează ca argumente. Parametrii sunt definiţi printr-un nume, un tip şi o valoare, dar, în loc de această

valoare, pot fi definiți și printr-o relație. În acest ultim caz, parametrul este constrâns de respectiva relație, iar utilizatorul nu îi poate modifica valoarea în mod direct.

Reacția este un element particular, scris în limbaj de programare Visual Basic, fiind executată doar în urma îndeplinirii unui eveniment, stabilit de utilizator.

6.2.1. Parametrii

Parametrii sunt împărțiți în două categorii:

- parametri intriseci, fac parte din document și depind de aplicație. Scopul unei aplicații CATIA Knowledge Advisor este să creeze, să utilizeze și să indice cum acești parametri pot fi constrânși prin relații;

- parametri utilizator, sunt dependenți de definiția de bază a documentului și trebuie considerați ca fiind informații suplimentare introduse în aplicație. Modulul CATIA Knowledge Advisor utilizează deseori acest tip de parametri pentru adăugarea cunoștințelor într-un document și pentru a defini relațiile.

În majoritatea cazurilor, la crearea unei piese, utilizatorul începe prin construcția unei schițe (*sketch*), din care obține un corp (*pad*). Acestui corp i se adaugă diferite elemente, este modificat geometric, i se schimbă parametrii de material etc. Documentul final se constituie din elementele care definesc proprietățile intrinseci ale piesei. Modificarea, adăugarea sau ștergerea unui element are ca efect o modificare a documentului. Aceste elemente se numesc "parametri" și au un rol foarte important în aplicațiile CATIA Knowledgeware. Parametrii pot fi constrânși prin relații și/sau pot fi utilizați cu rol de argumenți în acestea.

De asemenea, CATIA permite crearea parametrilor utilizator, care sunt, de fapt, informații suplimentare adăugate documentului. Exemple de tipuri de parametri utilizator: *Real*, *Integer*, *String*, *Boolean*, *Length*, *Angle*, *Time*, *Mass*, *Volume*, *Density*, *Area*, *Moment of Inertia*, *Energy*, *Force*, *Inertia*, *Moment*, *Pressure*, *Temperature*, *Frequency*, *Electric Power* etc. Acestor parametri li se pot atribui valori unice sau multiple.

Parametrii utilizator sunt afișați în arborele de specificații doar dacă opțiunea "*Parameters*" este bifată în lista care apare din meniul [Tools] -> [Options] -> [Infrastructure] -> [Part Infrastructure] -> [Display] (figura 6.2).

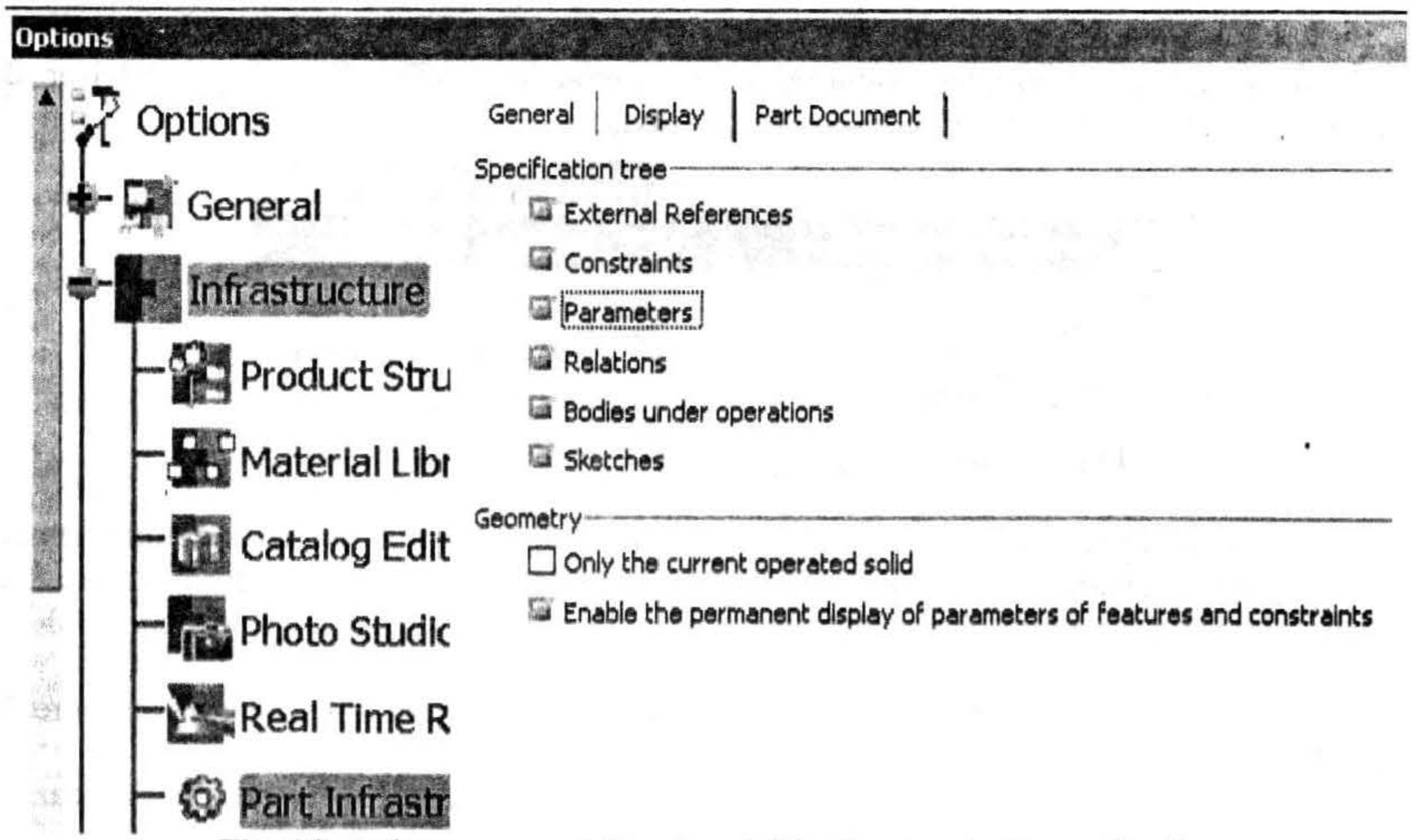


Fig. 6.2. Activarea parametrilor și a relațiilor în arborele de specificații

Parametrii utilizator pot fi importați dintr-un fișier extern. În figura 6.3 este prezentat un exemplu de fișier de import în format Microsoft Excel, iar în figura 6.4 un exemplu de fișier ASCII cu date tabulare.

	A	B	C	D
1	Minor_ellipse1 (mm)	Minor_ellipse2 (mm)	Major_ellipse1 (mm)	Major_ellipse2 (mm)
2	50	20	100	30
3	30	10	50	10
4	30	20	60	20
5				
6				

Fig. 6.3. Importul parametrilor dintr-un fișier extern Microsoft Excel

elipsoid.txt - Bloc-notes

Fichier Edition Format ?

Minor_ellipse1 (mm)	Minor_ellipse2 (mm)	Major_ellipse1 (mm)	Major_ellipse2 (mm)
50	20	100	30
30	10	50	10
30	20	60	20

Fig. 6.4. Importul parametrilor dintr-un fișier extern ASCII cu date tabulare

6.2.2. Relațiile

Modulul CATIA Knowledge Advisor gestionează patru tipuri de relații:

-formule, definesc modul în care un parametru trebuie să fie calculat în funcție de alți parametri;

-tabele de parametrizare, conțin date care sunt utilizate pentru controlul parametrilor unui document.

-reguli, reprezintă un ansamblu de instrucțiuni care execută condițional un grup de raporturi într-un context sau în funcție de valorile anumitor parametri;

-verificări, reprezintă un ansamblu de instrucțiuni prin care utilizatorul este avertizat dacă anumite raporturi din reguli sunt îndeplinite sau nu. Verificările nu modifică valorile parametrilor.

Formulele sunt elemente utilizate pentru definirea sau constrângerea unui parametru. O formulă este o relație pe care utilizatorul o scrie utilizând parametri, operatori și funcții. Partea stângă a relației reprezintă parametrul de constrâns, iar partea dreaptă este formula care îl definește. Odată ce a fost creată, o formulă poate fi manevrată ca oricare alt element prin intermediul meniului său contextual.

Formulele sunt afișate în arborele de specificații, dacă opțiunea "*Relations*" din meniul [Tools] -> [Options] -> [Infrastructure] -> [Part Infrastructure] -> [Display] este bifată (figura 6.2).

Dacă un parametru utilizator este constrâns printr-o formulă, aceasta este afișată împreună cu parametrul pe care îl constrânge, dacă opțiunea "*With formula*" din meniul [Tools] -> [Options] > [General] -> [Parameters and Measures] - > [Knowledge] este bifată (figura 6.5).

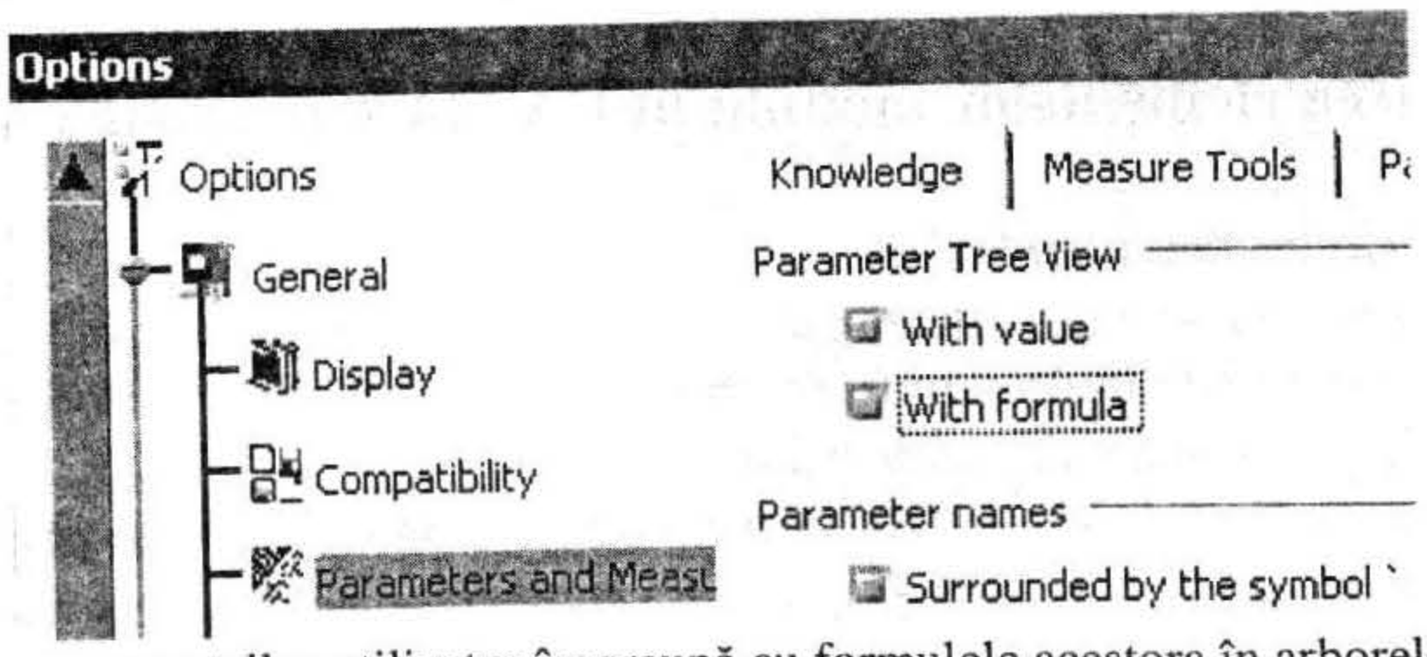


Fig. 6.5. Afișarea parametrilor utilizator împreună cu formulele acestora în arborele de specificații

Orice formulă are asociat un parametru denumit "*Activity*". Valoarea acestuia este de tip boolean, fiind definită prin "*True*" sau "*False*" (activă, inactivă), aşa cum se observă în figura 6.6.

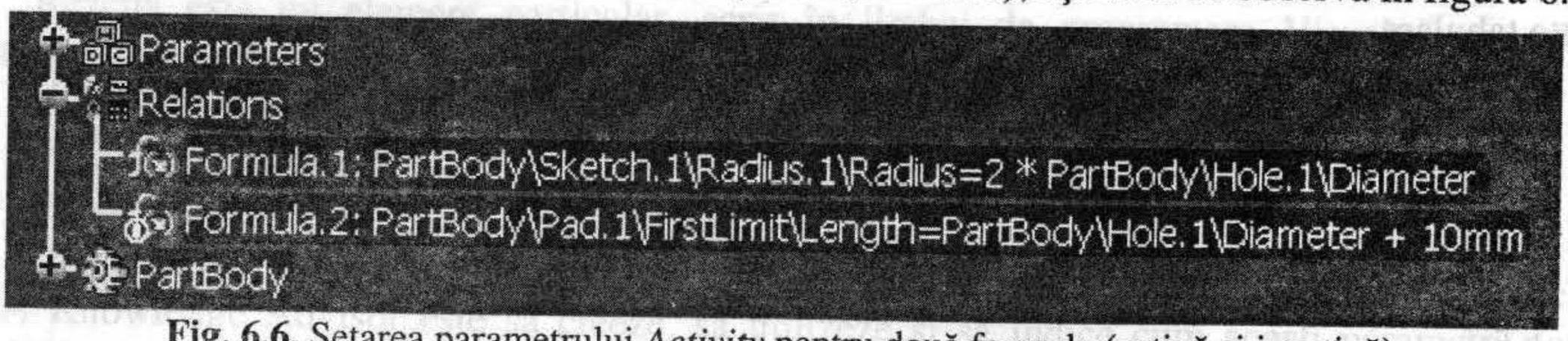


Fig. 6.6. Setarea parametrului *Activity* pentru două formule (activă şi inactivă)

6.2.3. Reacţiile, regulile şi verificările

O reacţie este un ansamblu de operaţii legate de o componentă a documentului, fiind executată ca răspuns la un eveniment. Orice reacţie este definită prin:

-componenta documentului căreia îi este aplicată;

-un ansamblu de operaţii;

-un eveniment care declanşează lista de operaţii.

Fiecare reacţie este scrisă în limbajul de programare Visual Basic.

Regulile şi verificările sunt relaţii care pot fi create şi controlate doar cu modulul CATIA Knowledge Advisor.

Regula este un ansamblu de instrucţiuni prin care utilizatorul gestionează parametri şi evenimente în funcţie de un anumit context. Verificarea este un ansamblu de instrucţiuni prin care utilizatorul este avertizat dacă anumite formule sunt îndeplinite sau nu.

Odată ce au fost create, regula şi verificarea pot fi manevrate în mod asemănător oricărui alt element, şi anume:

-prin dublu-click pe regulă sau pe verificare în arborele de specificaţii, se afişează o fereastră de editare;

-prin operaţii de tip *Delete*, *Cut*, *Copy*, *Paste* etc., disponibile în meniul contextual.

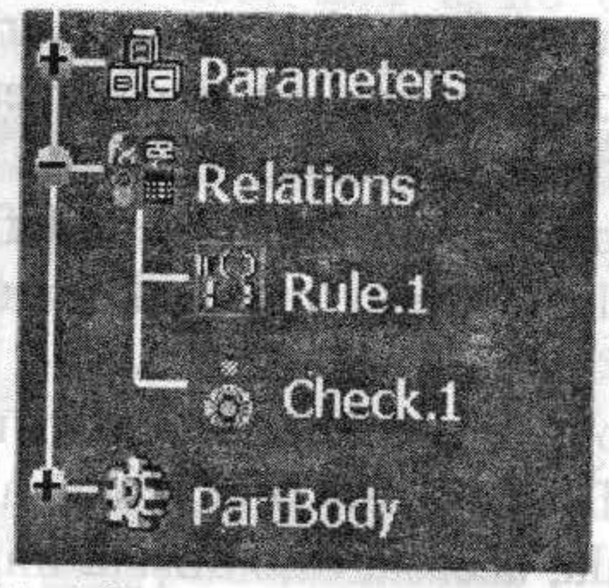


Fig. 6.7. Afişarea regulilor şi verificărilor în arborele de specificaţii

Regulile şi verificările se află în arborele de specificaţii (figura 6. 7) doar dacă optiunea "*Relations*" din meniul [Tools] -> [Options] -> [Infrastructure] -> [Part Infrastructure] -> [Display] este bifată (figura 6. 2).

Ca şi formulele, regulile utilizează parametrul "*Activity*", iar valoarea acestuia este de tip boolean, "*True*" sau "*False*" (activă sau inactivă).

O verificare poate avea două stări definite prin "*True*" (controlul este executat, verificarea este afişată cu verde) sau "*False*" (controlul nu este executat, verificarea este afişată cu roşu).

6.3. Utilizarea elementelor modulului CATIA Knowledge Advisor

6.3.1. Utilizarea parametrilor

La crearea unui document utilizatorul defineşte, în mod implicit, un anumit număr de parametri. Pentru a adăuga alte informaţii în document, utilizatorul foloseşte noi parametri, necesari în definirea formulelor, regulilor sau verificărilor.

Pentru a înţelege modul de utilizare al parametrilor, un exemplu se prezintă în continuare. Pentru început, se desenează şi se contrânge piesa din figura 6.8.

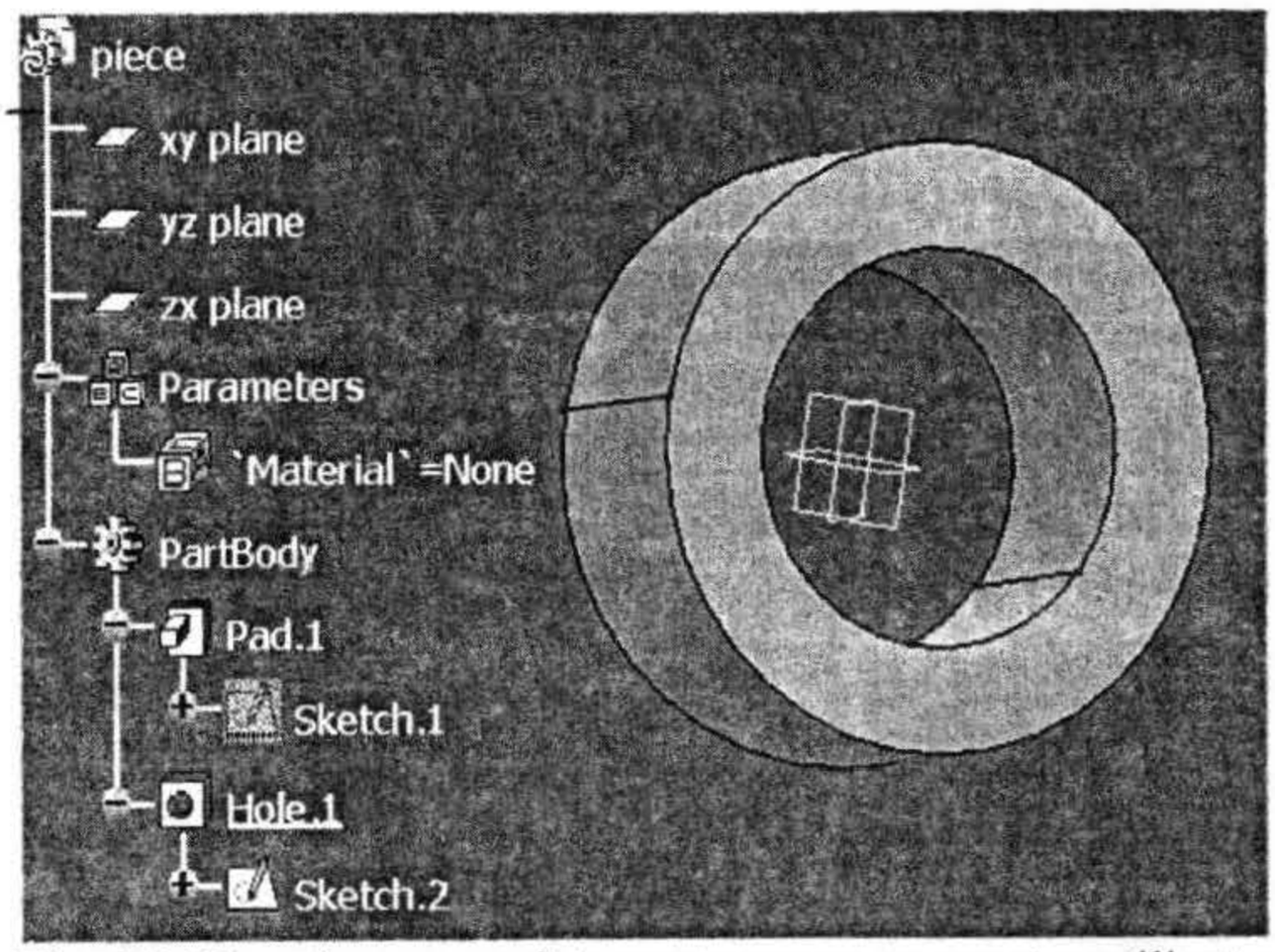


Fig. 6.8. Piesa în care va fi inserat un nou parametru utilizator

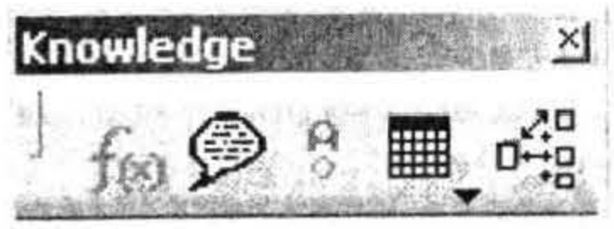


Fig. 6.9. Pictograma *Formula*

Se recomandă ca această piesă să fie salvată sub un nume sugestiv, deoarece va fi utilizată de mai multe ori în aplicațiile acestui capitol.

După crearea piesei, se apasă pictograma "*Formula*" *f(x)*, situată în bara de instrumente *Knowledge* (figura 6.9), pentru a afişa fereastra de dialog "*Formulas*".

În fereastra de dialog "*Formulas*" se alege un parametru de tip "*Time*", cu opțiunea "*Single Value*" în câmpul "*New Parameter of type*", se apasă pe acest buton, apoi se alege numele parametrului considerat (spre exemplu, "*Duration_of_machining*" în loc de "*Time.1*"). Noul parametru apare, atât în câmpul "*Edit name or value of the current parameter*", cât şi în lista parametrilor piesei (figura 6.10).

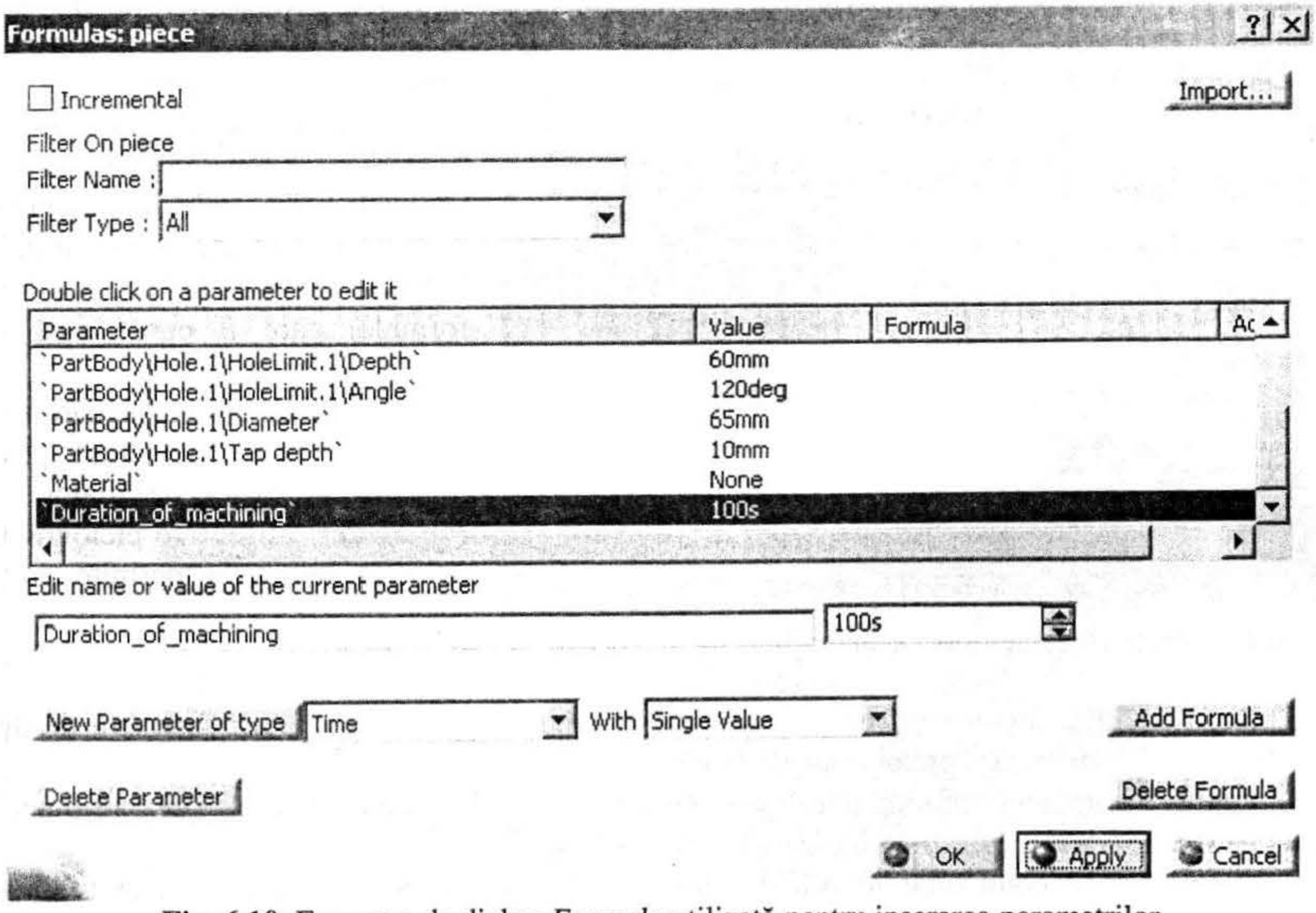


Fig. 6.10. Fereastra de dialog *Formula* utilizată pentru inserarea parametrilor

Un parametru poate avea şi valori multiple. În acest scop, utilizatorul trebuie să selecteze opțiunea "*Multiple Values*" în momentul creării unui parametru, introducând şi valorile acestuia, una câte una, formând o listă de valori.

Pentru parametrul "*Duration_of_machining*" se stabilește o valoare de 100 s (secunde), se apasă butonul [Apply], iar noul parametru este adăugat în arborele de specificații, în lista "*Parameters*" (figura 6.11).

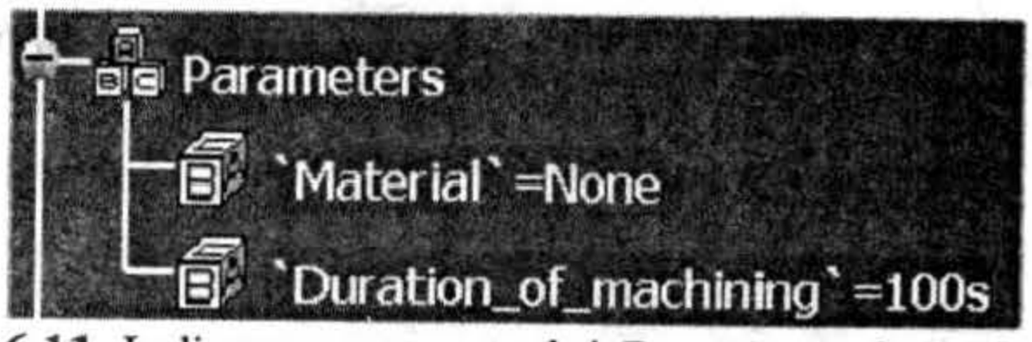


Fig. 6.11. Indicarea parametrului *Duration_of_machining*

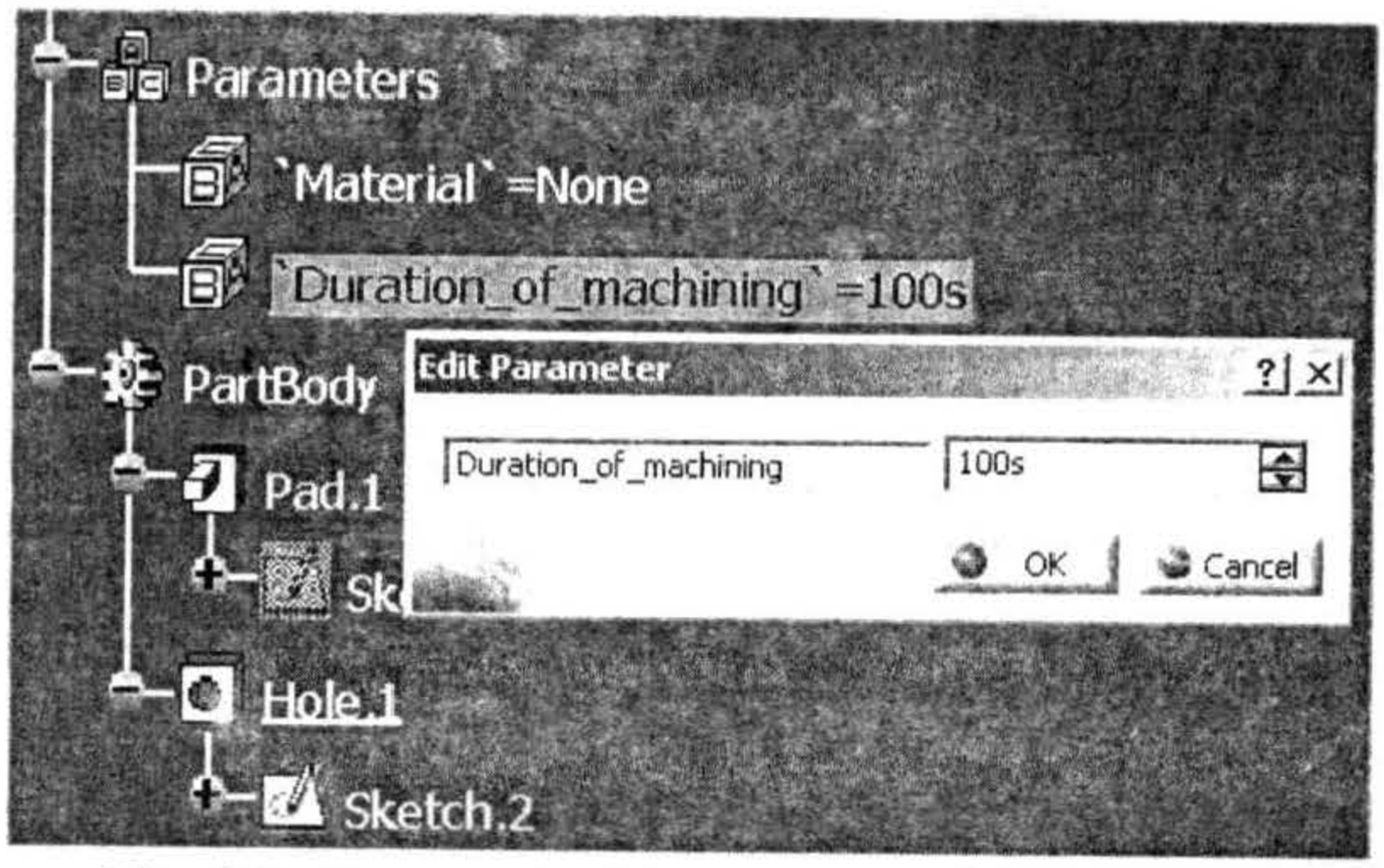


Fig. 6.12. Fereastra de dialog pentru modificarea valorii parametrului

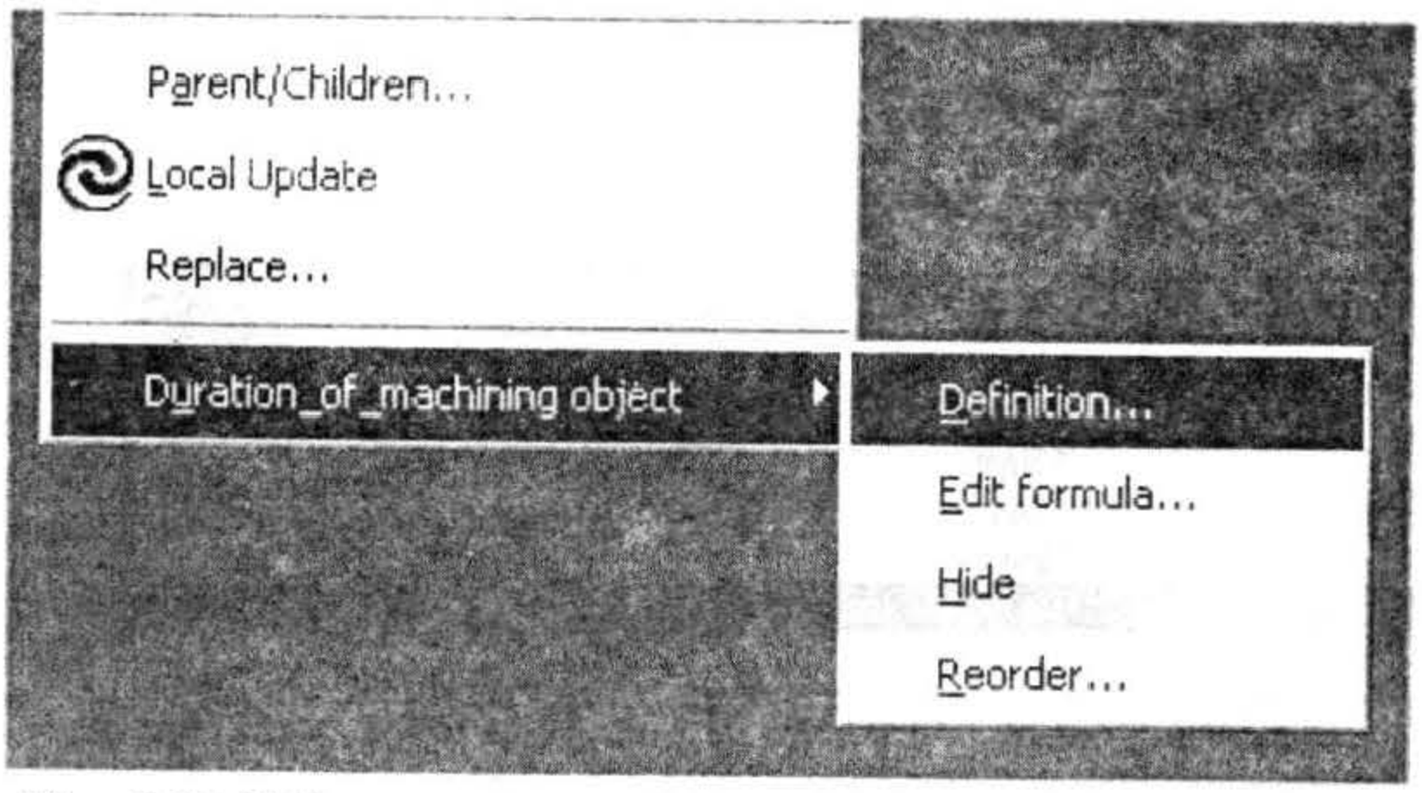


Fig. 6.13. Editarea parametrului cu ajutorul meniului contextual

Pentru a edita parametrul anterior creat, utilizatorul poate utiliza oricare dintre următoarele variante:

- execută dublu-click pe numele parametrului în arborele de specificații, se afișează fereastra de dialog "*Edit Parameter*", în care se poate modifica valoarea de 100s (figura 6.12);
- în arborele de specificații alege opțiunea [*Duration_of_machining object*] -> [*Definition...*], din meniul contextual (figura 6.13).

Prin editarea unui parametru, un anumit număr de opțiuni pot fi accesate din meniul contextual. Acestea permit adăugarea de diferite atribute parametrului și modificarea formulei care îl constrânge, dacă această formulă există.

În plus, când o valoare a unui parametru este constrânsă printr-o formulă, fereastra de dialog "*Edit Parameter*" afișează o pictogramă de formulă pentru a permite editarea acesteia.

De asemenea, când o valoare a parametrului este dată printr-un tabel, fereastra de dialog "*Edit Parameter*" afișează o pictogramă de tabel.

Pentru a completa definiția unui parametru, utilizatorul îi poate adăuga câteva atribute, care depind de tipul parametrului, fiind indicate în două feluri:

- din meniul contextual al oricărei ferestre de editare. Spre exemplu, dacă utilizatorul editează un corp (*pad*), meniul contextual îi oferă posibilitatea de a adăuga atribute de parametru;
- din zona de dialog "*Edit name or value of the current parameter*", folosind meniul contextual (figura 6.14).

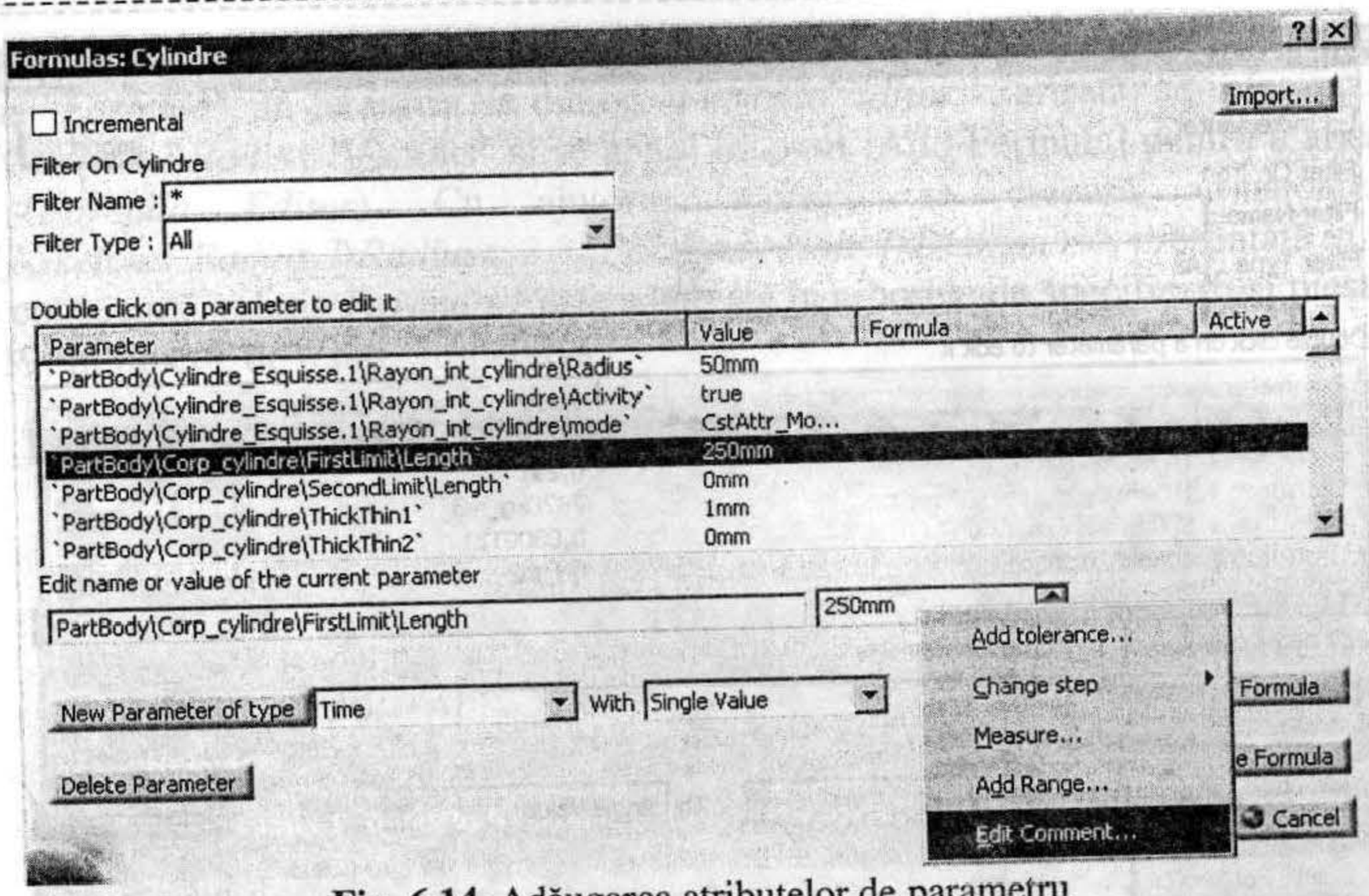


Fig. 6.14. Adăugarea atributelor de parametru

Parametrul "*Material*" este afişat în arborele de specificaţii, iar în mod implicit, valoarea sa este *None*, adică nici un material nu a fost adăugat piesei în lucru. Prin stabilirea unui material, modulul CATIA Knowledge Advisor permite calcularea proprietăţilor mecanice ale piesei pornind de la caracteristicile materialului specificat.

Fig. 6.15. Pictograma *Apply Material*

Pentru a adăuga material unei piese, se selectează rădăcina arborelui de specificaţii, apoi se apasă pictograma "*Apply Material*", aflată în partea de jos a ecranului (figura 6.15).

Ca urmare a acestei acţiuni, CATIA afişează biblioteca standard cu materialele disponibile (figura 6.16), din care utilizatorul alege materialul dorit.

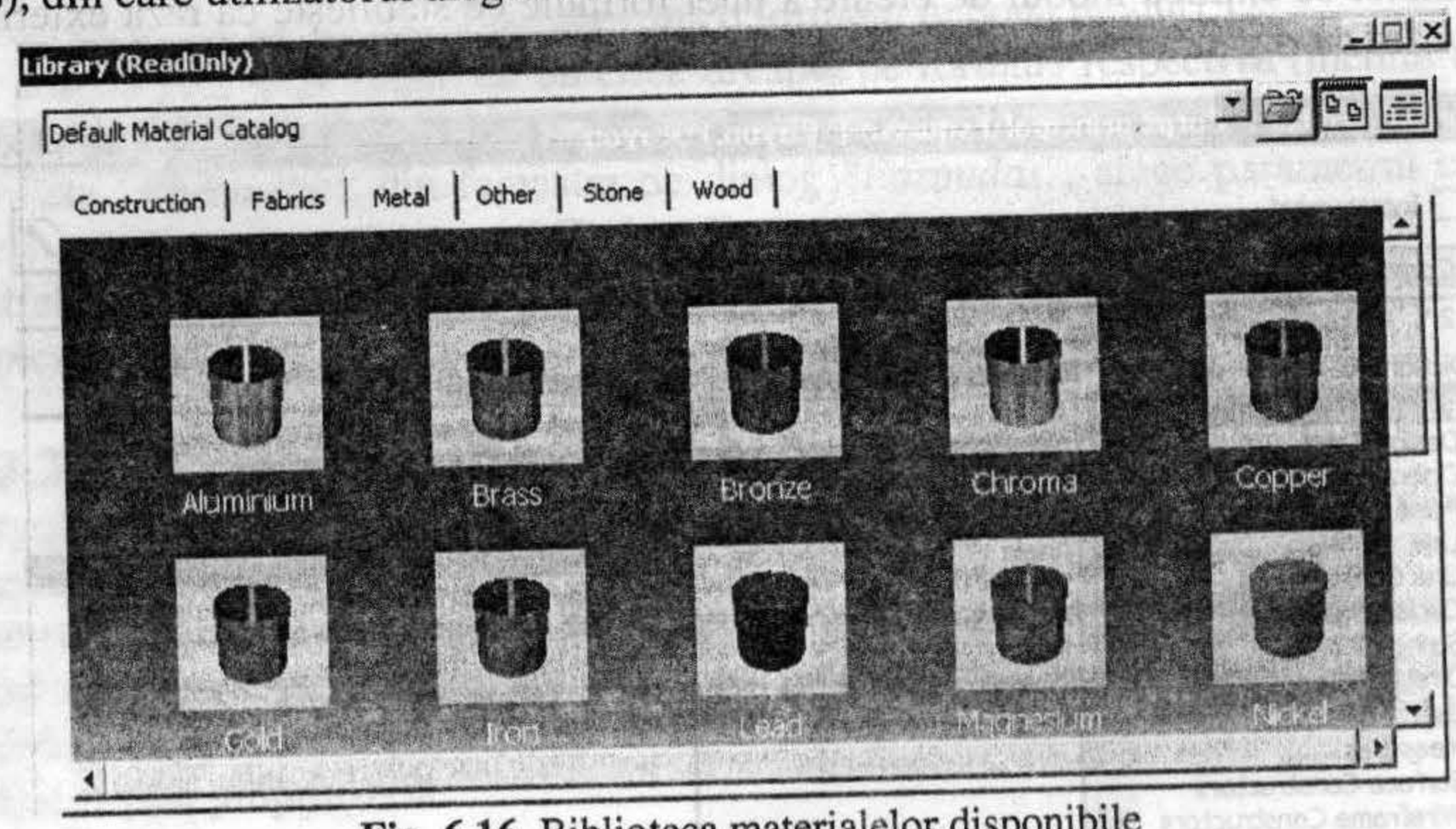


Fig. 6.16. Biblioteca materialelor disponibile

Materialul este adăugat în arborele de specificaţii, iar caracteristicile sale pot fi accesate prin apăsarea pictogramei "*Formula*", afişându-se fereastra de dialog din figura 6.17, care conţine unele caracteristici mecanice ale materialului.

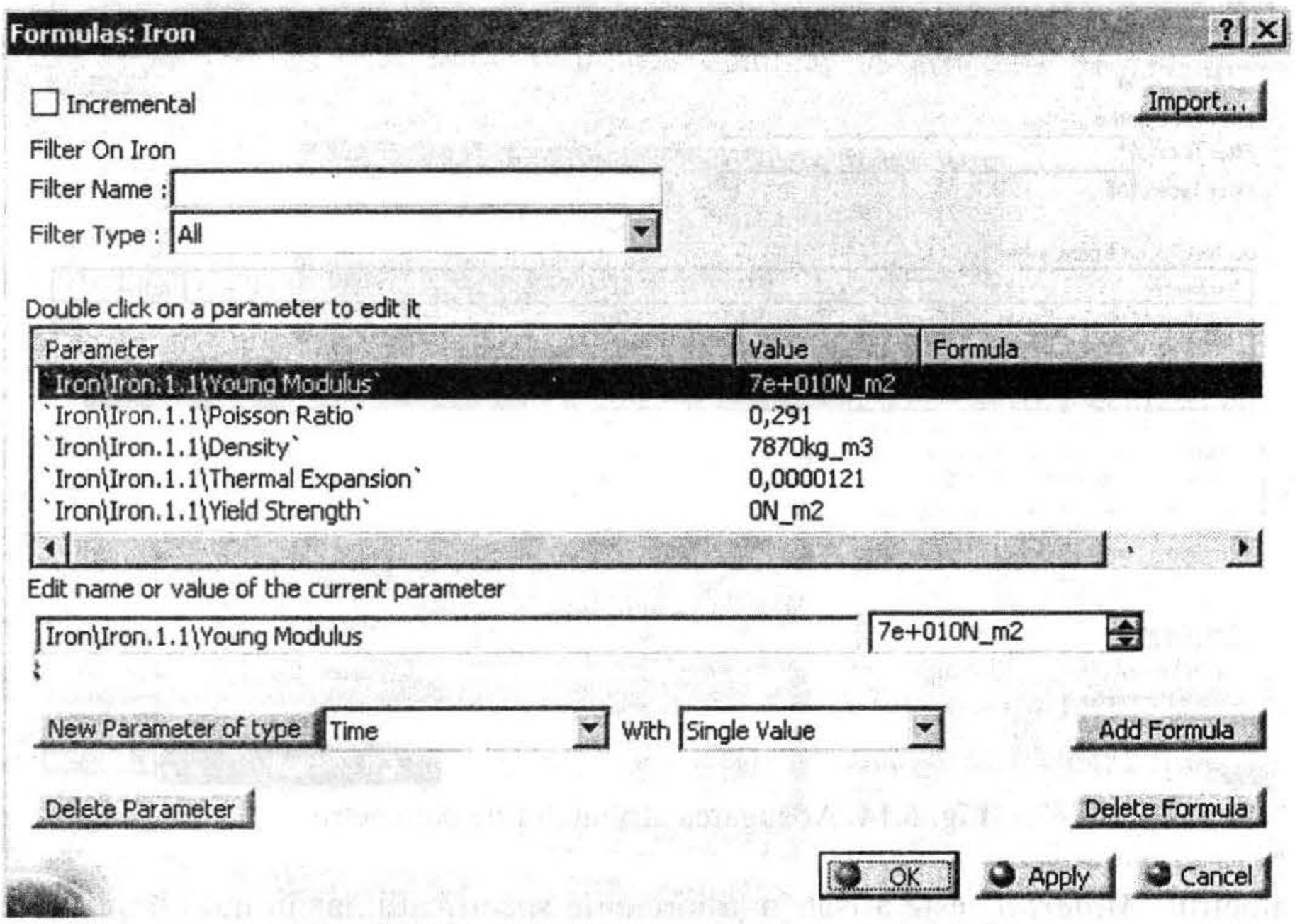


Fig. 6.17. Proprietăți mecanice ale materialului

CATIA permite inserarea de parametri şi de valori ale acestora, prin import din fişiere în format Microsoft Excel sau ASCII cu date tabulare, apăsând butonul [Import...] din fereastra de dialog "*Formulas*" (figura 6.17). Singurii parametri pe care utilizatorul îi poate suprima în modulul CATIA Knowledge Advisor sunt cei creați cu ajutorul butonului [New Parameter of type].

6.3.2. Utilizarea formulelor

CATIA permite definirea unui parametru în funcție de alți parametri. Relația care stabileşte modul de calcul al unei valori pornind de la alte valori de parametru, reprezintă o formulă. În exemplul următor se explică modul de creare a unei formule ce stabileşte că raza exterioară a unui cilindru prevăzut cu o gaură interioară, este egală cu de două ori diametrul acesteia.

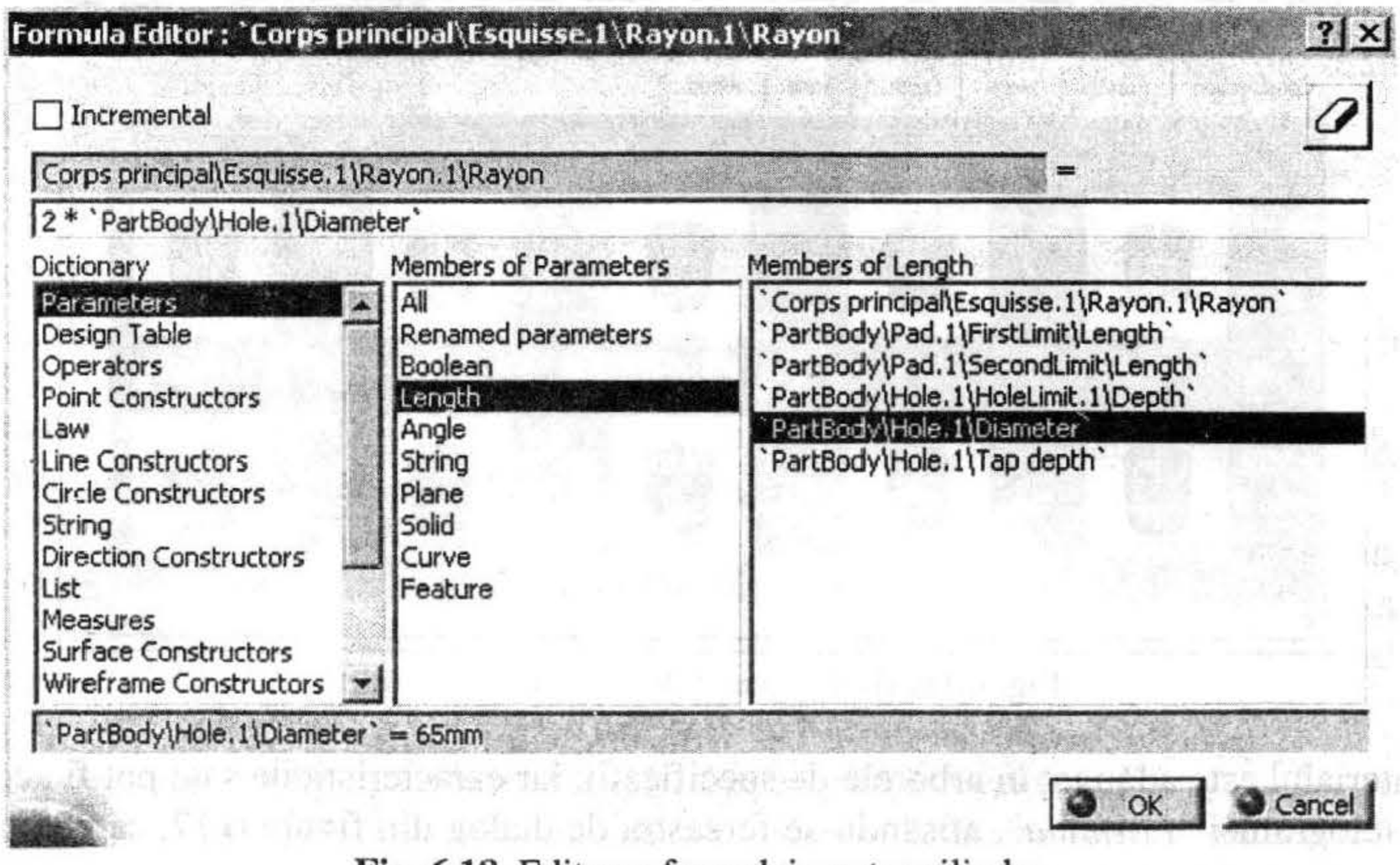


Fig. 6.18. Editarea formulei pentru cilindru

Astfel, se desenează sau se deschide fişierul ce conţine piesa din figura 6.8, apoi se apasă pe pictograma "*Formula*". In fereastra de dialog "*Formula Editor:*", afişată, se selectează parametrul *"PartBody\Sketch.1\Radius.1\Radius"* şi se apasă butonul [Add Formula] pentru a afişa editorul de formule (*Formula Editor*). Cu ajutorul acestuia se creează următoarea formulă: *"PartBody\Sketch.1\Radius.1\Radius= 2 * `PartBody\Hole.1\Diameter`"*, prezentată în figura 6.18.

În consecinţă, relaţia *Formula.1* este adăugată în arborele de specificaţii şi piesa se modifică (figura 6.19) în funcţie de relaţia respectivă.

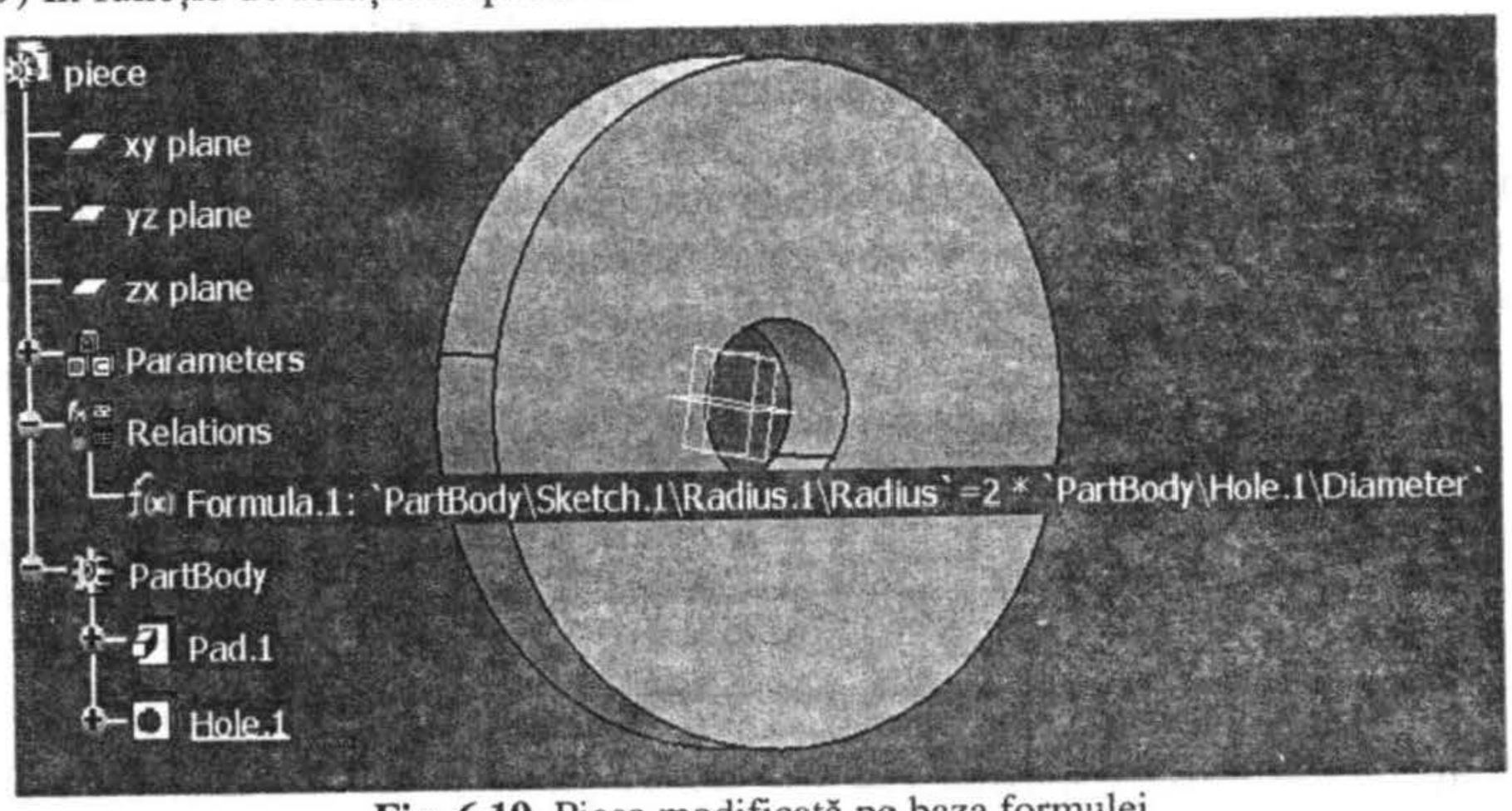


Fig. 6.19. Piesa modificată pe baza formulei

O valoare a unui parametru poate fi definită printr-un număr oarecare de formule, dar numa una singură poate fi activă la un moment dat. În mod prestabilit, formula devine activă la crearea sa Sunt cazuri în care o formulă încearcă să definească un parametru care este deja constrâns prin alt formulă, în acest caz utilizatorul fiind întrebat dacă doreşte ca noua formulă să devină activă, ia cealaltă să fie dezactivată.

Formula poate fi activată sau dezactivată din zona de dialog "*Formulas*", din meniu contextual sau prin execuţia unei reguli.

De asemenea, utilizatorul poate suprima o formulă în două moduri:

-în arborele de specificaţii, cu un click dreapta pe formula respectivă (meniul contextual) alegând opţiunea "*Delete*";

-în lista "*Parameter*" din fereastra de dialog "*Formulas*", alege parametrul constrâns pr formula respectivă, apoi apasă butonul [Delete Formula].

Astfel, formula suprimată dispare din arborele de specificaţii si, în continuare, nu va m influenţa piesa respectivă.

6.3.3. Utilizarea regulilor, verificărilor şi reacţiilor

Regulile sunt secţiuni de cod pe care utilizatorul le poate scrie, utilizând sintaxa potrivită, editorul de reguli (*Rule Editor*).

Pentru crearea unei reguli, se parcurg următoarele etape: deschiderea sau crear documentului în care se doreşte aplicarea acesteia, accesarea modulului CATIA Knowled Advisor, apăsarea pe butonul [Rule] (figura 6.20) şi introducerea unei secvenţe de cod Visual Bas reprezentând regula propriu-zisă.

Fig. 6.20. Pictogramele pentru reguli, verificări şi reacţii

În momentul creării unei reguli, pentru a constrânge un parametru, orice alte relaţii (formule, reguli) care au legătură cu acesta vor fi în conflict cu noua regulă. Pentru a elimina conflictul apărut, CATIA solicită utilizatorului indicarea relaţiilor care vor rămâne active şi a celor care vor fi dezactivate.

Modulul CATIA Knowledge Advisor furnizează o gamă completă de operatori, de funcţii şi de cuvinte cheie pentru a fi utilizate în programarea regulilor.

Spre exemplu, variabilele temporare pot fi declarate utilizând cuvântul cheie "*Let*", de preferinţă la începutul regulii, înainte ca orice instrucţiune condiţională să fie scrisă. O variabilă temporară nu rămâne în document ca un parametru după execuţia regulii. Totodată, caracterele de comentariu /* şi */ sunt suportate.

In continuare, se consideră un exemplu pentru a explica crearea unei reguli care stabileşte că raza exterioară a unui cilindru prevăzut cu o gaură centrală devine egală cu 120 mm dacă diametrul găurii respective este mai mare de 5 mm. Astfel, se desenează sau se deschide fişierul ce conţine piesa din figura 6.8, apoi se apasă pictograma "*Rule*", aflată în partea dreaptă a ecranului.

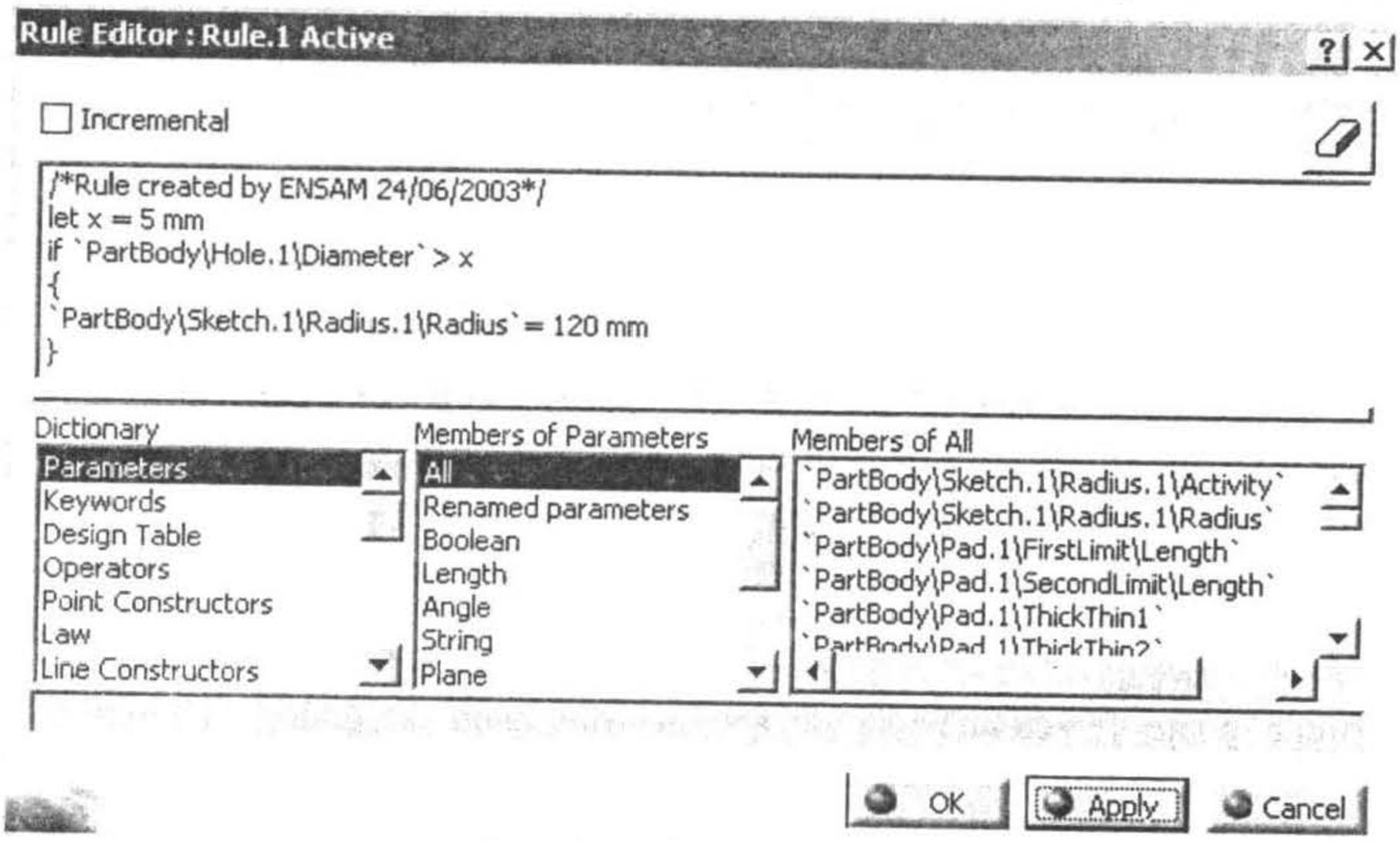


Fig. 6.21. Editorul de reguli

În fereastra de dialog "*Rule Editor*", care se afişează (figura 6.21), se scrie secvenţa următoare de cod Visual Basic:

```
/*Rule created by ENSAM 24/06/2003*/
let x = 5 mm
if `PartBody\Hole.1\Diameter`> x
{`PartBody\Sketch.1\Radius.1\Radius`= 120 mm}
```

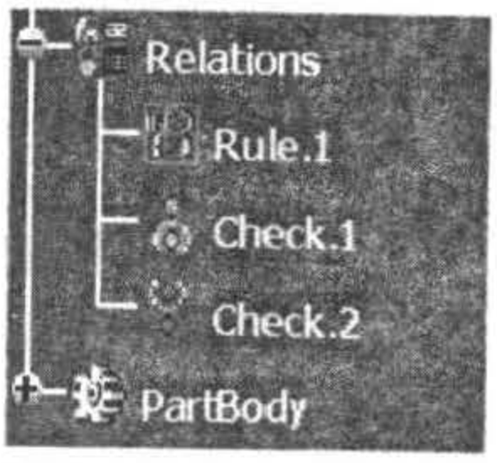


Fig. 6.22. Afişarea verificărilor în arborele de specificaţii

Ca şi regula, verificarea este o secvenţă de cod Visual Basic, dar, spre deosebire de regulă, aceasta nu are nici un impact asupra valorilor parametrilor. Odată executată, verificarea oferă informaţii referitoare la starea unor condiţii, dacă sunt verificate sau nu. Există trei tipuri de verificări: silenţioase, de informare şi de avertisment.

În funcţie de tipul de verificare şi de rezultatul acesteia, utilizatorul este avertizat dacă o verificare este îndeplinită sau nu, printr-o pictogramă verde, respectiv, roşie, aşa cum se observă în figura 6.22.

Se consideră un exemplu pentru a explica modul de creare a unei verificări, care stabileşte dacă raza exterioară a unui cilindru este inferioară sau superioară valorii de 20 mm. Astfel, se desenează sau se deschide fişierul ce conţine piesa din figura 6.8, apoi se apasă pictograma "*Check*", aflată în partea dreaptă a ecranului. În fereastra de dialog "*Check Editor*" se scrie secvenţa următoare de cod Visual Basic:

```
/*Check created by ENSAM 24/06/2003*/
if `PartBody\Sketch.1\Radius.1\Radius` / 2 < 20mm
then
`Relations\Rule.1\Activity` == false
```

Utilizatorul alege un tip de verificare, apoi scrie mesajul pe care îl doreşte în informaţie sau în fereastra de avertisment, în cazul în care verificarea nu este îndeplinită (figura 6.23).

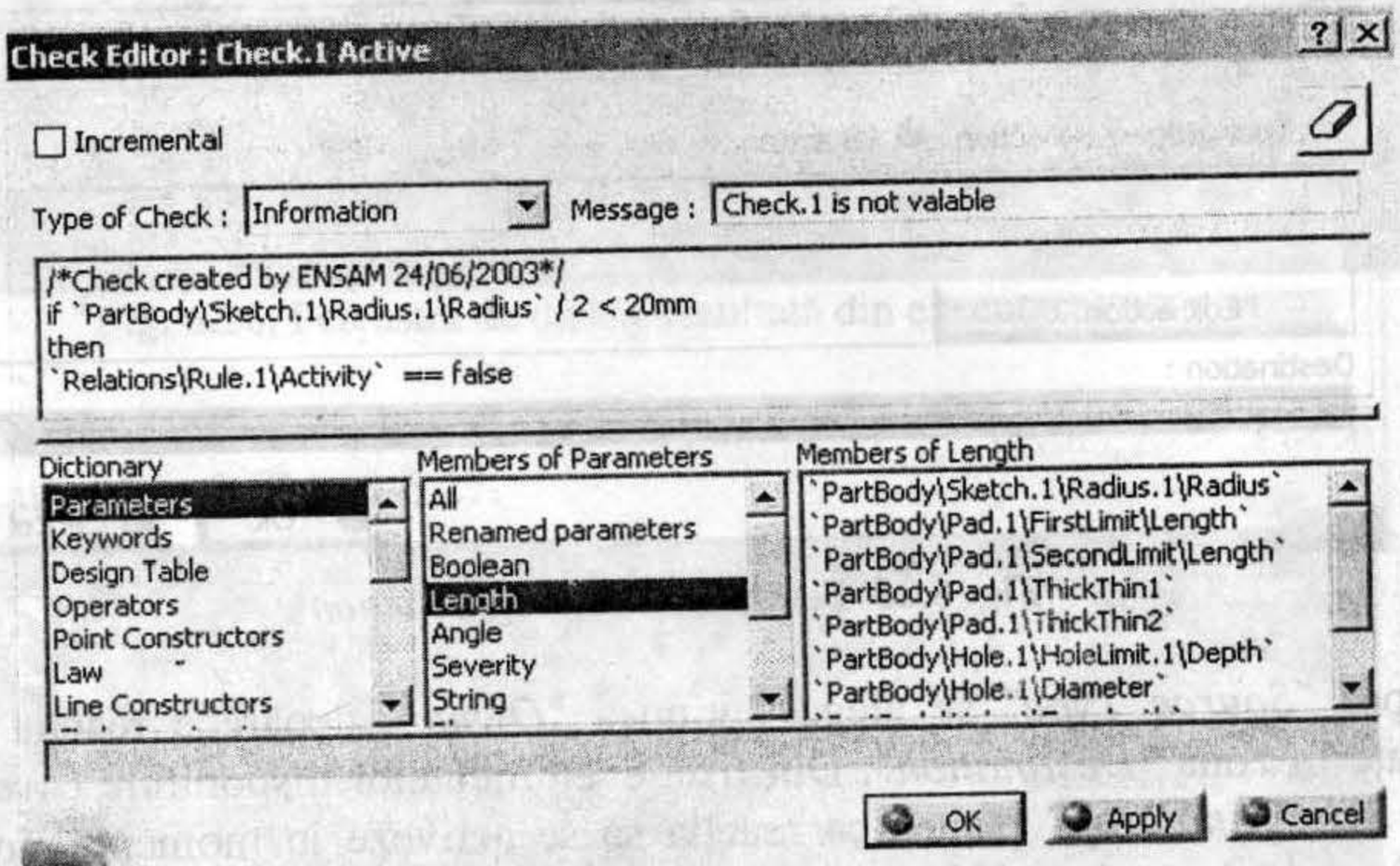


Fig. 6.23. Editorul de verificări

Verificarea (*Check.1*) este adăugată în relaţiile arborelui de specificaţii. După cum este îndeplinită sau nu, verificarea se prezintă sub forma unei pictograme verzi, respectiv, roşii.

Ca şi în alte limbaje de programare, secvenţa "*if...then...*" este utilizată pentru stabilirea îndeplinirii unei condiţii şi, în funcţie de rezultat, pentru specificarea altor condiţii sau relaţii. În general, condiţia este o expresie care utilizează o comparaţie sau un operator logic pentru a stabili în ce raport se află valorile anumitor parametri.

Reacţia este un ansamblu de operaţii Visual Basic pe care utilizatorul le asociază unui element al documentului curent. Aceste operaţii sunt executate când elementul răspunde la un eveniment dat.

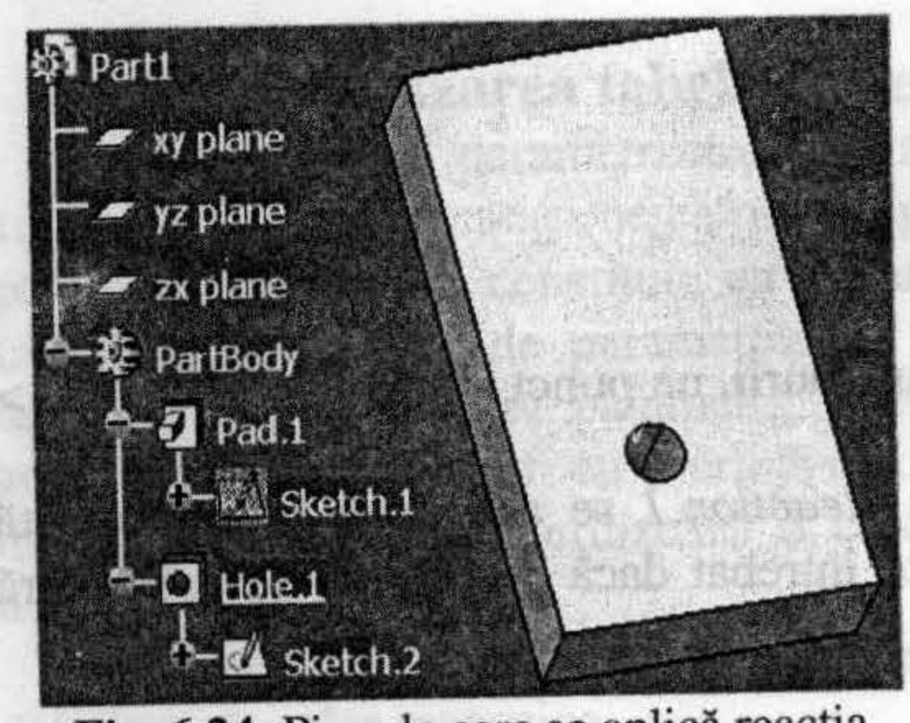


Fig. 6.24. Piesa la care se aplică reacţia

În exemplul următor, utilizatorul execută o acţiune de tip "*DragAndDrop*" (deplasare) cu o gaură simplă, acţiune ce va declanşa o reacţie. În momentul declanşării reacţiei, următoarele informaţii sunt afişate într-o fereastră Visual Basic: tipul entităţii, numele şi diametrul său iniţial. Utilizatorul este invitat să apese butonul [OK] pentru a converti gaura simplă în gaură prevăzută la unul din capete cu un lamaj (tipul găurii va fi *Counterbored*) sau pe butonul [Cancel] pentru a ignora conversia.

Astfel, se creează un paralelipiped, prevăzut cu o gaură, ca în figura 6.24.

În modulul CATIA Knowledge Advisor, se apasă pictograma "*Reactions*" pentru a crea o reacție, afișându-se fereastra de dialog "*Reaction*" (figura 6.25).

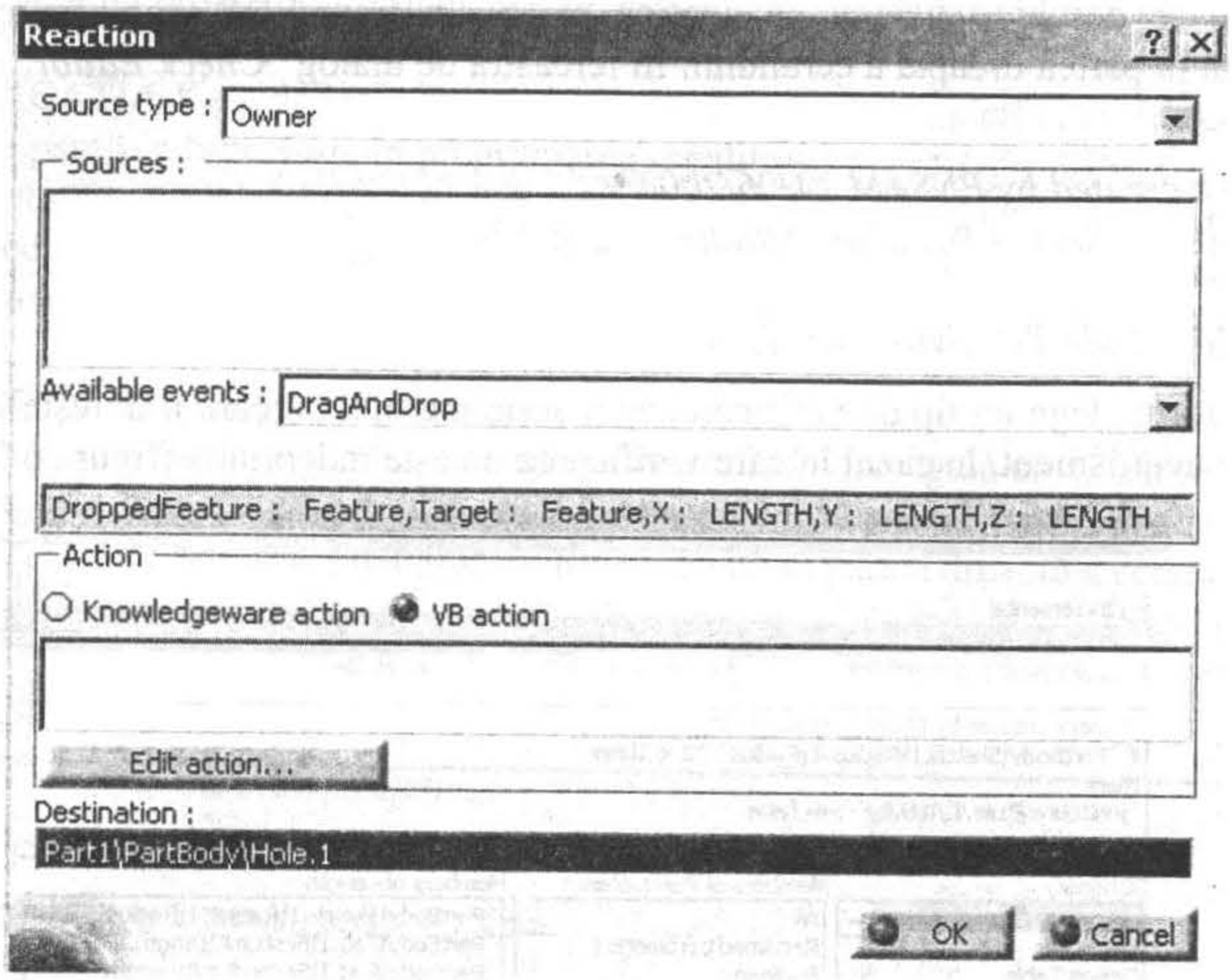


Fig. 6.25. Fereastra de dialog *Reaction*

În câmpul "*Source Type*" se alege opțiunea "*Owner*" deoarece reacția se aplică găurii (*Hole.1*) selectate în zona "*Destination*". Din lista evenimentelor disponibile (*Available events*) se alege opțiunea "*DragAndDrop*" pentru ca reacția să se activeze în momentul în care gaura este deplasată. În câmpul "*Action*" se bifează "*VB action*", pentru a scrie secvența de cod a acțiunii în Visual Basic. Apoi, se selectează zona "*Destination*" şi se alege "*Hole.1*" în arborele de specificații.

Ultimul pas în stabilirea reacției constă în introducerea secvenței de cod următoare, apăsând butonul [Edit action…]:

```
Set H = DroppedFeature.Parent.Item(DroppedFeature.Name)
Dim HoleType
HoleType = H.Type
Str1="Gaura simpla va fi transformata in gaura alezata daca nu apasati Cancel."
Dim MyBox
MyBox = MsgBox (Str1,1)
if MyBox = 1 then
H.Type = 2
H.HeadDiameter.Value = 20.0
H.Diameter.Value = 10.0
End If
End Sub
```

În modulul CATIA Part Design se selectează centrul găurii, un punct (*Hole.1 -> Sketch.2 -> Geometry -> Point.1*) şi se deplasează în orice direcție.

Ca urmare a deplasării punctului *Point.1*, reacția *Reaction.1* se activează şi este afişată fereastra de dialog din figura 6.26 în care utilizatorul este întrebat dacă doreşte ca această gaură simplă să fie transformată în gaură cu lamaj.

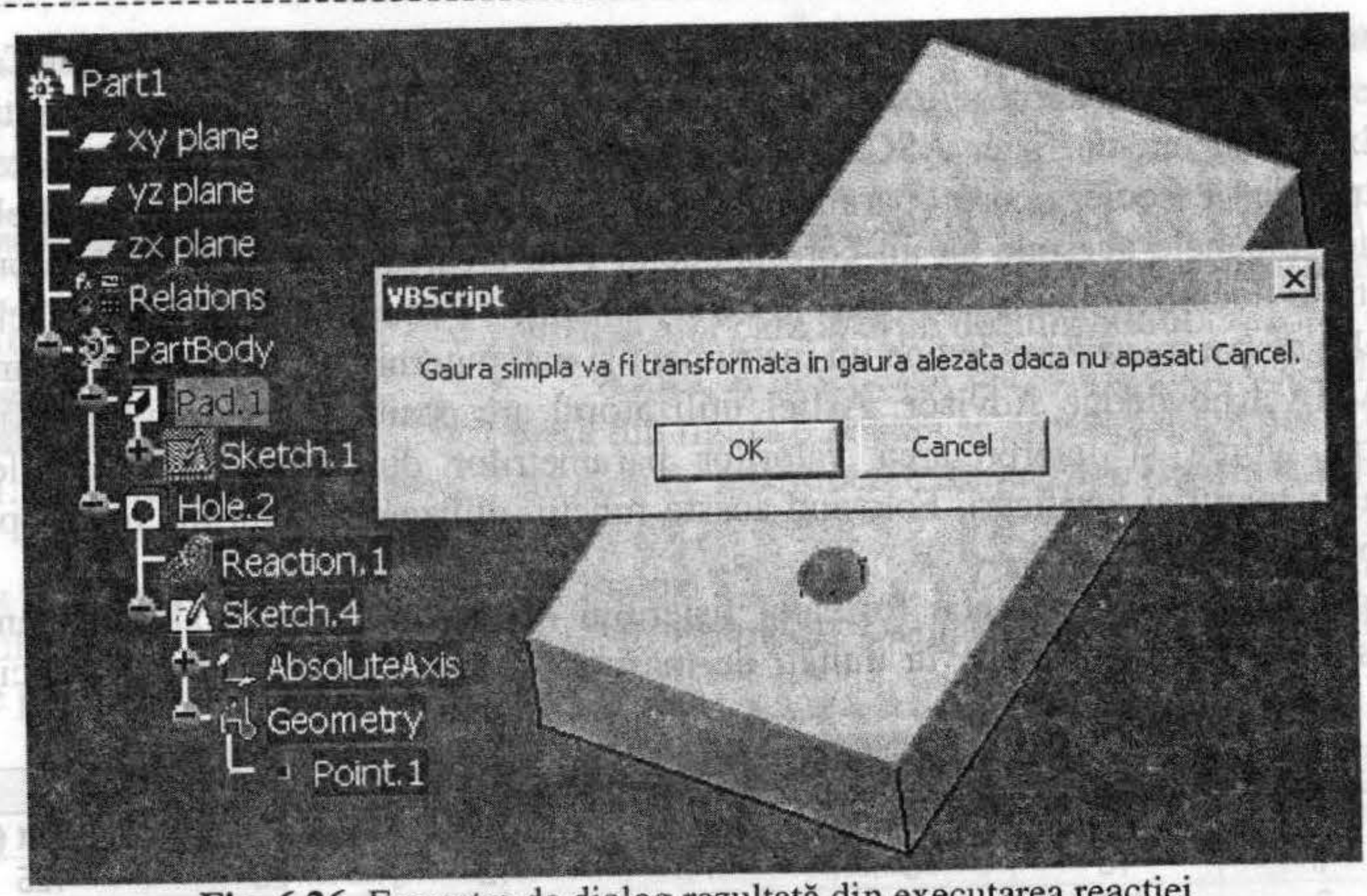


Fig. 6.26. Fereastra de dialog rezultată din executarea reacției

Dacă utilizatorul decide să urmeze reacția, va apăsa pe butonul [OK], tipul găurii se transformă, fiind afișată ca în figura 6.27.

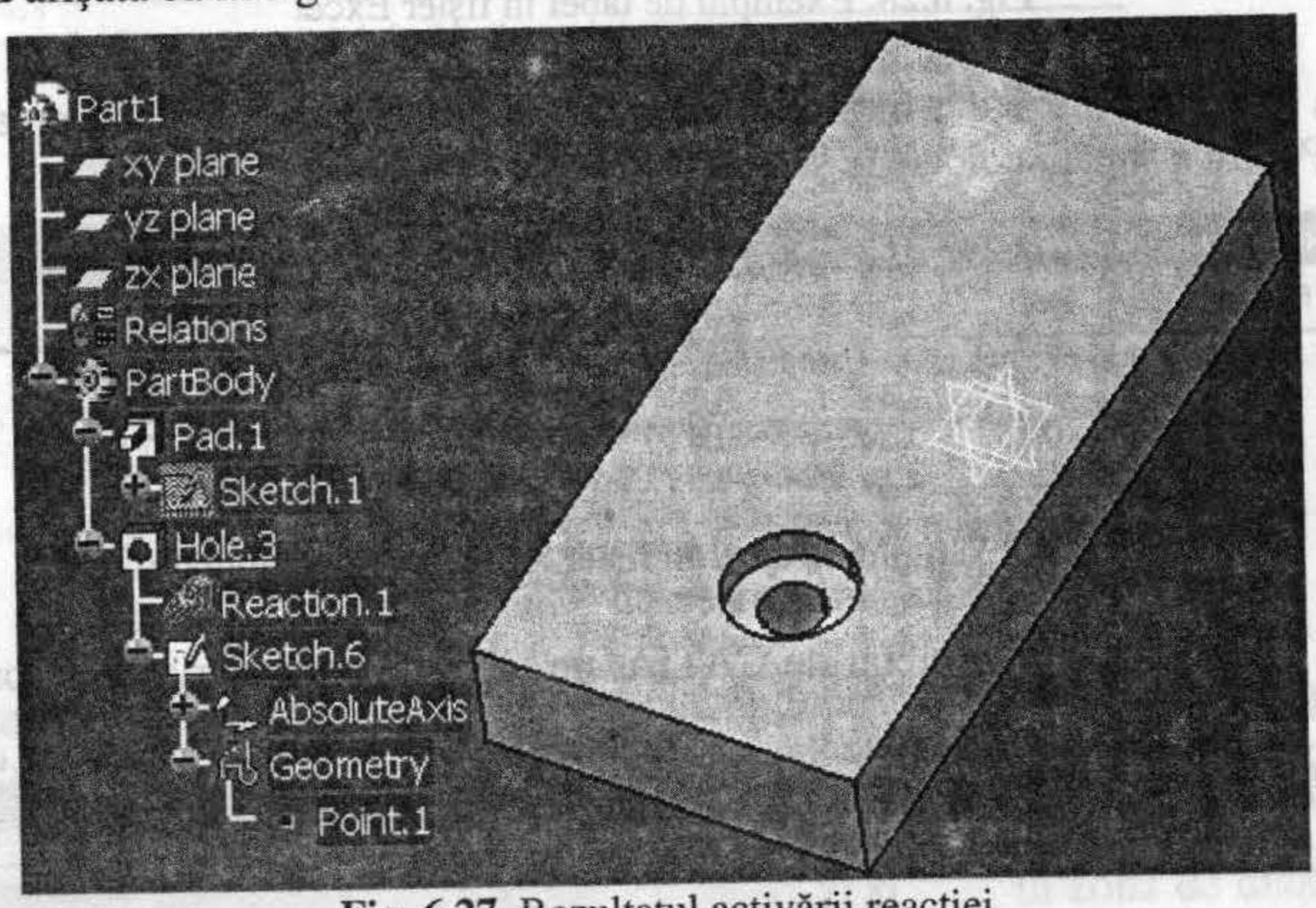


Fig. 6.27. Rezultatul activării reacției

6.3.4. Utilizarea tabelelor de parametrizare

Un tabel de parametrizare furnizează mijloace pentru crearea şi controlul familiilor de componente. Aceste componente pot fi, spre exemplu, piese mecanice diferite doar în valorile lor de parametri. Şuruburile constituie un astfel de exemplu de piese mecanice care pot fi descrise prin intermediul tabelelor de parametrizare. Pentru simplificare, se poate considera că acestea sunt descrise doar prin patru parametri: diametru, adâncime, pasul şi lungimea filetului. Ansamblul acestor parametri poate fi cu uşurință stocat într-un tabel de parametrizare. Pentru fiecare parametru inserat în tabel, acesta utilizează o coloană, iar pentru fiecare set (configurație) de valori este necesară o linie.

Tabelul de parametrizare este instrumentul principal existent în CATIA pentru a facilita definirea pieselor mecanice.

Scopul tabelului de parametrizare este de a controla parametrii unui document CATIA prin intermediul unor valori externe. Aceste valori sunt stocate sub formă de tabel într-un fișier Microsoft Excel sau într-un fișier ASCII cu date tabulare. Pentru oricare tabel de parametrizare, utilizatorul trebuie să asocieze corect parametrii documentului CATIA cu parametrii tabelului, chiar dacă nu toate coloanele acestuia au un corespondent. Prin crearea asocierilor, utilizatorul declară care parametri ai documentului trebuie puși în corespondență cu anumite coloane ale tabelului.

Tabelul de parametrizare devine un instrument și mai puternic dacă este utilizat împreună cu modulul CATIA Knowledge Advisor. Astfel, utilizatorul are posibilitatea de a folosi numeroase funcții pentru citirea și interpretarea valorilor parametrilor din tabel, utilizându-le apoi în programarea de reguli și verificări. Folosind aceste funcții, utilizatorul suprimă toate operațiile de asociere stabilite anterior.

În figura 6.28 este prezentat formatul fișierului Microsoft Excel. Valorile menționate în celulele acestuia trebuie exprimate în unități de măsură, în caz contrar nu pot fi asociate corect parametrilor documentului CATIA.

	A	B	C	D	E	F	G
1	**Index**	**D (mm)**	**d (mm)**	**A (mm)**	**B (mm)**	**Speed (mm/s)**	**Weight (kg)**
2	1	10	5	14	12	23	125
3	2	12,056	6,015	13,1	14,75	25	150
4	3	8,2	4,1	21,35	15,11	24,8	143
5							

Fig. 6.28. Exemplu de tabel în fișier Excel

În figura 6.29 este prezentat formatul fișierului ASCII cu date tabulare, creat cu un simplu editor de texte. Pentru a separa coloanele se folosește tasta [TAB].

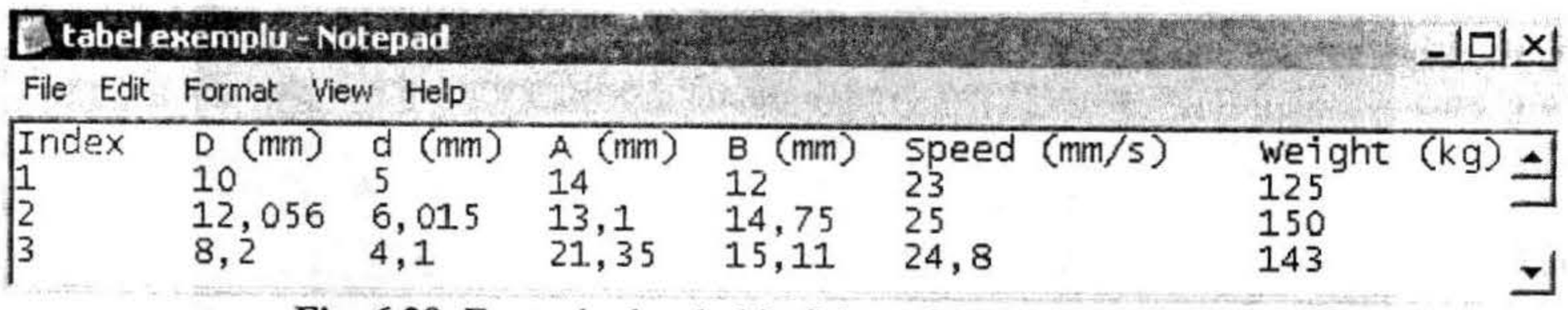


Fig. 6.29. Exemplu de tabel în fișier ASCII cu date tabulare

Odată ce a fost citit și interpretat de CATIA, un tabel de parametrizare se prezintă precum cel din figura 6.30.

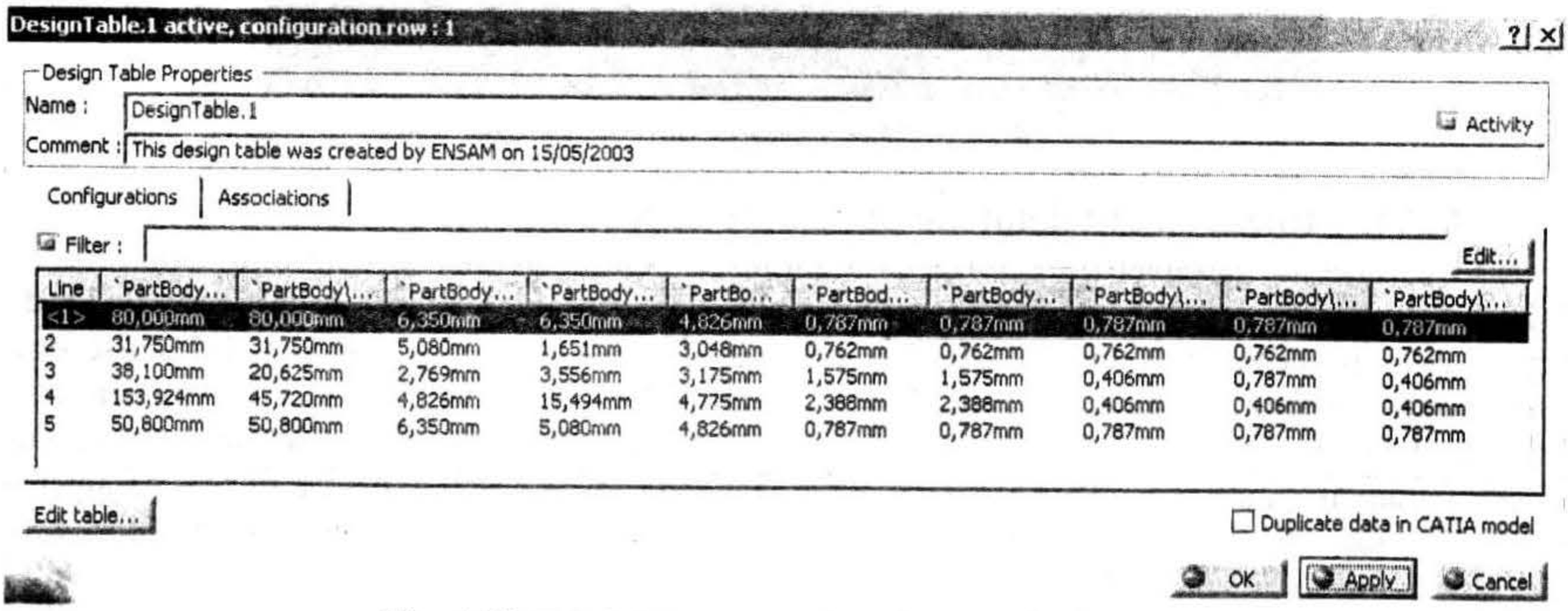


Fig. 6.30. Tabelul de parametrizare importat în CATIA

Un tabel de parametrizare intern este creat pe baza parametrilor aparţinând documentului curent. Astfel, utilizatorul îşi alege, cu mare atenţie, parametrii pe care vrea să îi insereze în tabelul de parametrizare.

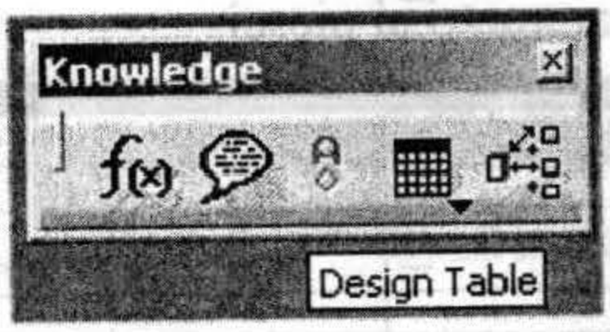


Fig. 6.31. Pictograma *Design Table*

În continuare, se consideră un exemplu în care se explică cum se creează un tabel de parametrizare cu valorile parametrilor care aparţin documentului.

Astfel, se desenează sau se deschide fişierul care conţine piesa din figura 6.8, apoi se apasă pictograma "*Design Table*" din bara de instrumente *Knowledge* (figura 6.31).

Ca urmare, se afişează fereastra de dialog "*Creation of a Design Table*" (figura 6.32), în care utilizatorul trebuie să aleagă un nume (spre exemplu, *DesignTable.1*) şi un comentariu pentru tabelul de parametrizare.

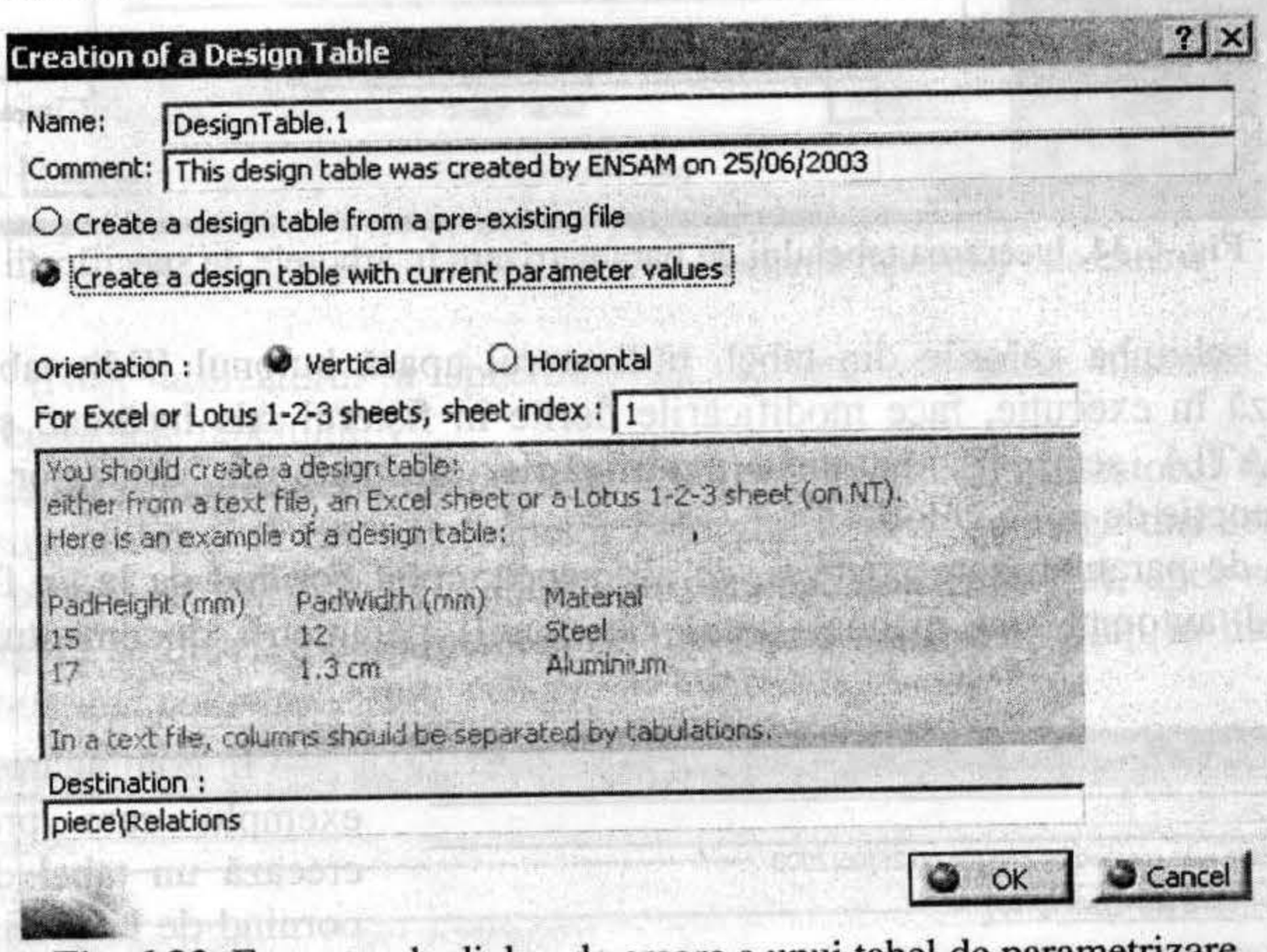


Fig. 6.32. Fereastra de dialog de creare a unui tabel de parametrizare

În această fereastră de dialog se bifează opţiunea "*Create a design table with current parameter values*", se apasă [OK] şi se afişează o altă fereastră de dialog "*Select parameters to insert*" (figura 6.33).

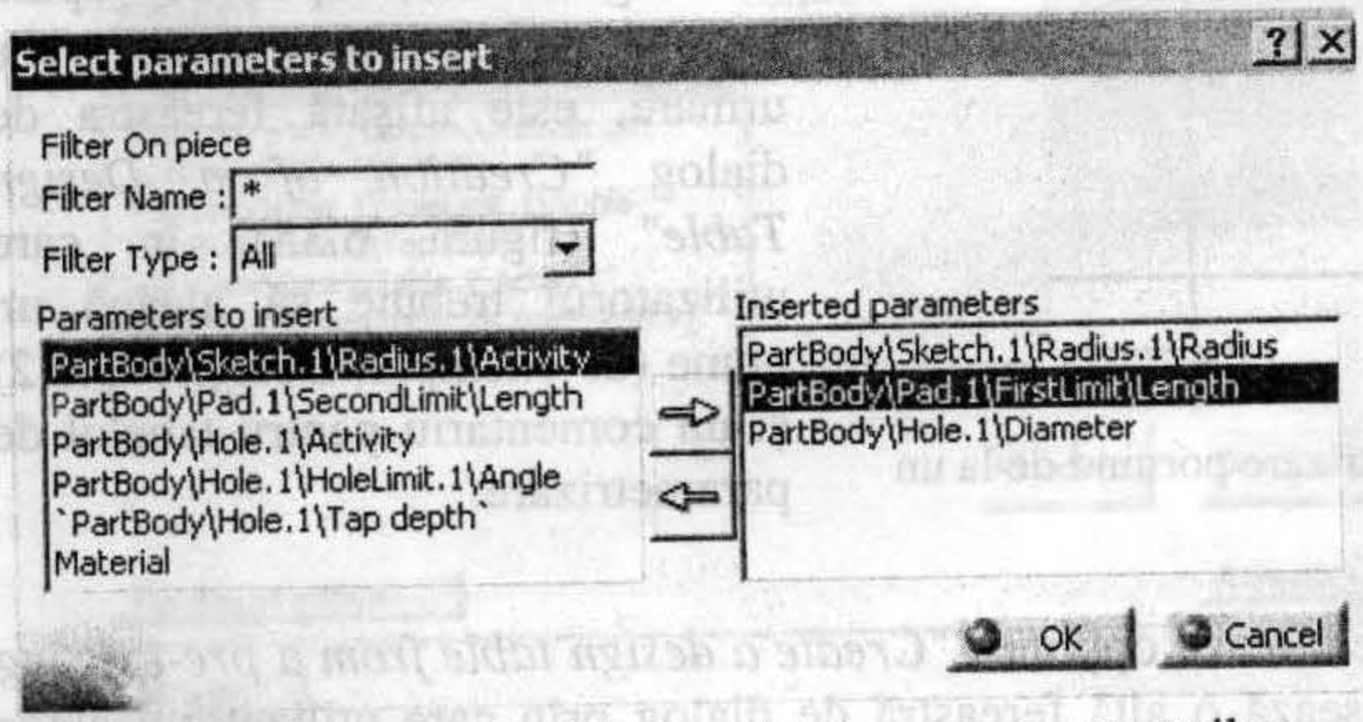


Fig. 6.33. Fereastra de dialog pentru inserarea parametrilor

În zona de dialog "*Parameters to insert*" se alege parametrul "*PartBody\Sketch.1\Radius.1\Radius*" şi se apasă săgeata spre dreapta, aflată între cele două zone, pentru a adăuga acest parametru în lista parametrilor inseraţi (*Inserted parameters*).

Se efectuează aceeaşi operaţie şi pentru alţi doi parametri ai piesei, şi anume: "*PartBody\Hole.1\Diameter*" şi "*PartBody\Pad.1\FirstLimit\Length*"

Cei trei parametri sunt afişaţi, astfel, în lista parametrilor inseraţi.

După apăsarea butonului [OK], utilizatorul trebuie să aleagă numele tabelului de parametrizare creat şi să salveze fişierul .xls. Se observă apariţia în cadrul "*Relations*" a tabelului *DesignTable.1*. În figura 6.34 este prezentat arborele de specificaţii cu noul tabel şi o fereastră de dialog care conţine numai o singură configuraţie activă, cu cei trei parametri ai piesei.

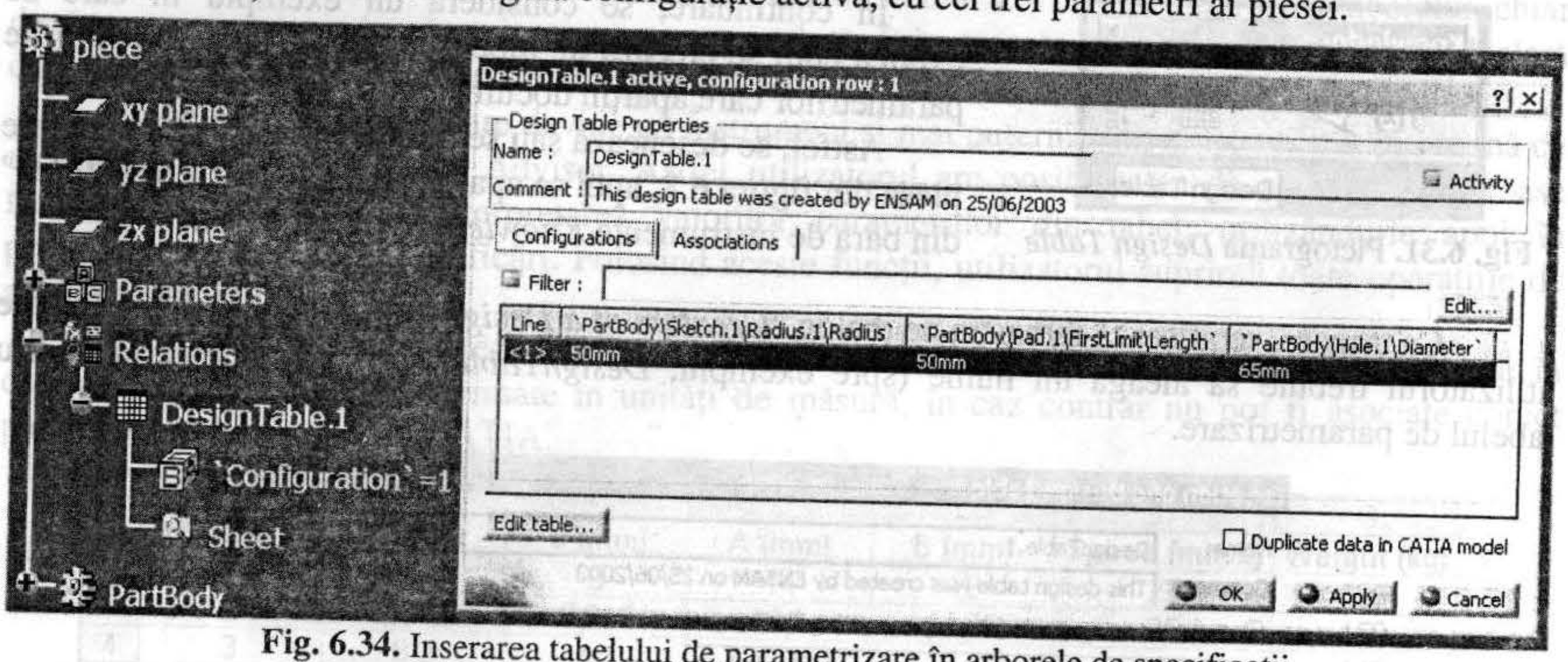


Fig. 6.34. Inserarea tabelului de parametrizare în arborele de specificaţii

Pentru a schimba valorile din tabel, utilizatorul apasă butonul [Edit table...], Microsoft Excel se lansează în execuţie, face modificările dorite în fişierul .xls încărcat, şi, apoi, salvează acest fişier. CATIA sesizează automat modificările efectuate de utilizator şi actualizează documentul în funcţie de noile valori.

Un tabel de parametrizare poate fi, de asemenea, creat pornind de la un fişier preexistent, asociind în mod automat sau manual (unul câte unul) parametrii documentului la coloanele tabelului.

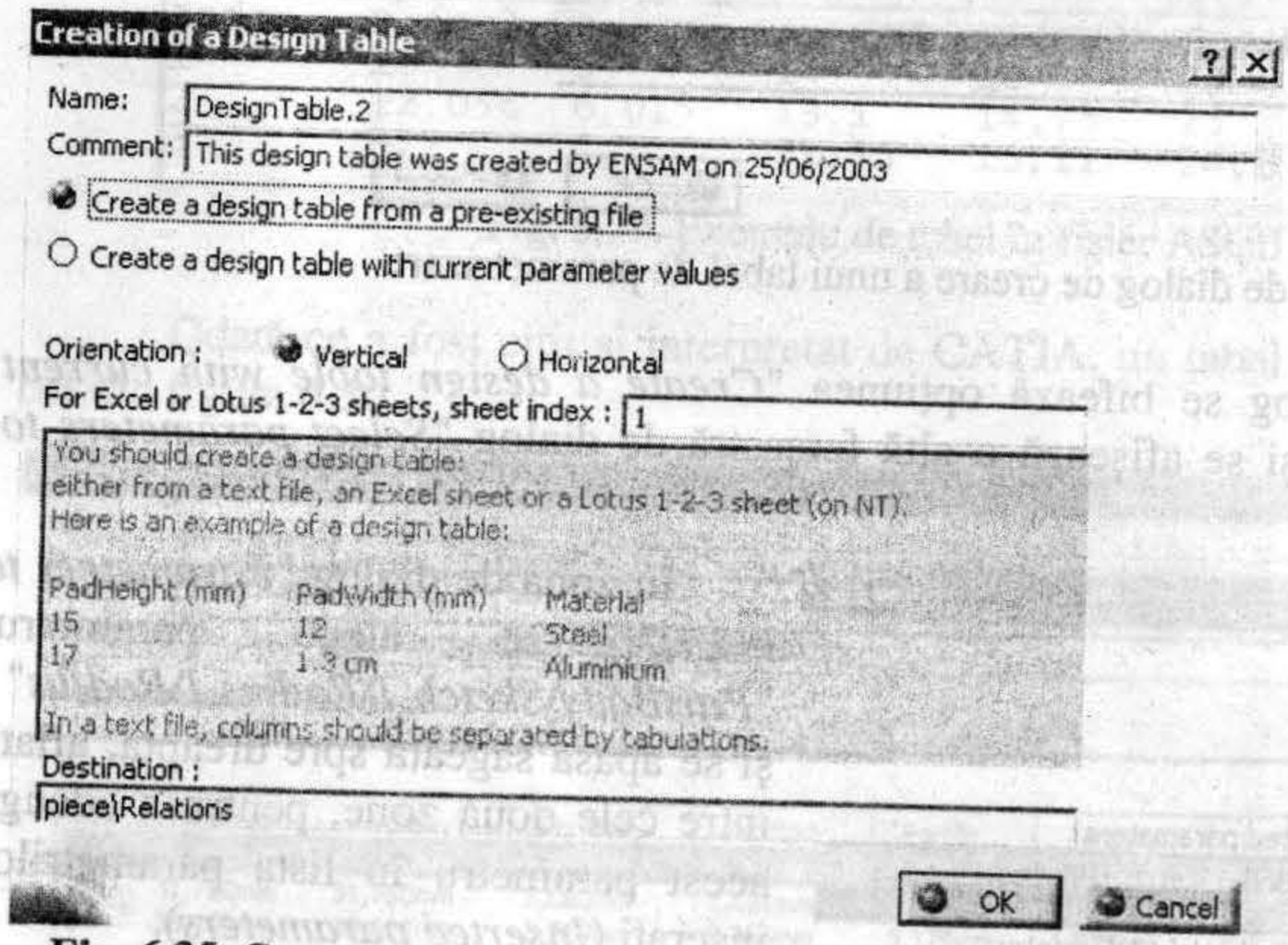


Fig. 6.35. Crearea unui tabel de parametrizare pornind de la un fişier existent

În continuare, se consideră un exemplu care prezintă cum se creează un tabel de parametrizare pornind de la un fişier extern, aflat pe un support de stocare optic sau magnetic.

Astfel, se desenează sau se deschide fişierul care conţine piesa din figura 6.8, apoi se apasă pictograma "*Design Table*". Ca urmare, este afişată fereastra de dialog "*Creation of a Design Table*" (figura 6.35), în care utilizatorul trebuie să aleagă un nume (de exemplu, *DesignTable.2*) şi un comentariu pentru tabelul de parametrizare.

În această fereastră de dialog se bifează opţiunea "*Create a design table from a pre-existing file*", se apasă butonul [OK] şi se afişează o altă fereastră de dialog prin care utilizatorul alege fişierul extern .xls ce conţine tabelul de parametrizare. De asemenea, utilizatorul este întrebat dacă

doreşte ca asocierea parametrilor cu coloanele să se facă automat. În exemplul prezentat nu se doreşte acest lucru şi se apasă butonul [No] (figura 6.36).

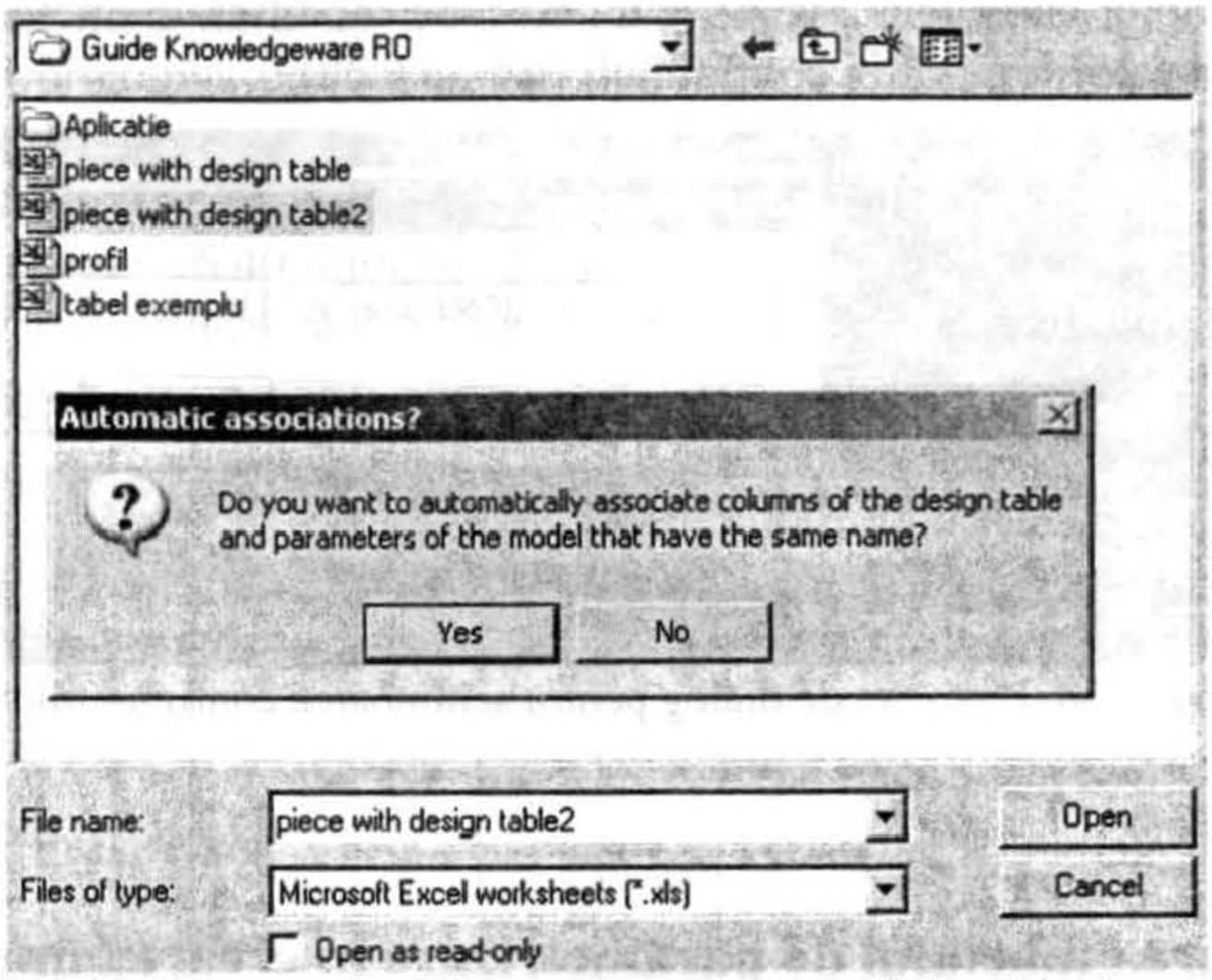


Fig. 6.36. Fereastra de dialog pentru selectarea fişierului .xls extern

Selectând [No], utilizatorul a specificat că doreşte asocierea manuală a parametrilor documentului cu coloanele tabelului.

În fereastra de dialog din figura 6.37, în zona *Associations*, utilizatorul are acces la lista parametrilor documentūlui şi la cea a coloanelor fişierului extern. Se alege din lista "*Parameters*" un parametru al piesei, iar din lista "*Columns*" un parametru al fişierului, apoi se apasă butonul [Associate]. În figură se observă două perechi de parametri - coloane, aflați în lista "*Associations between parameters and columns*".

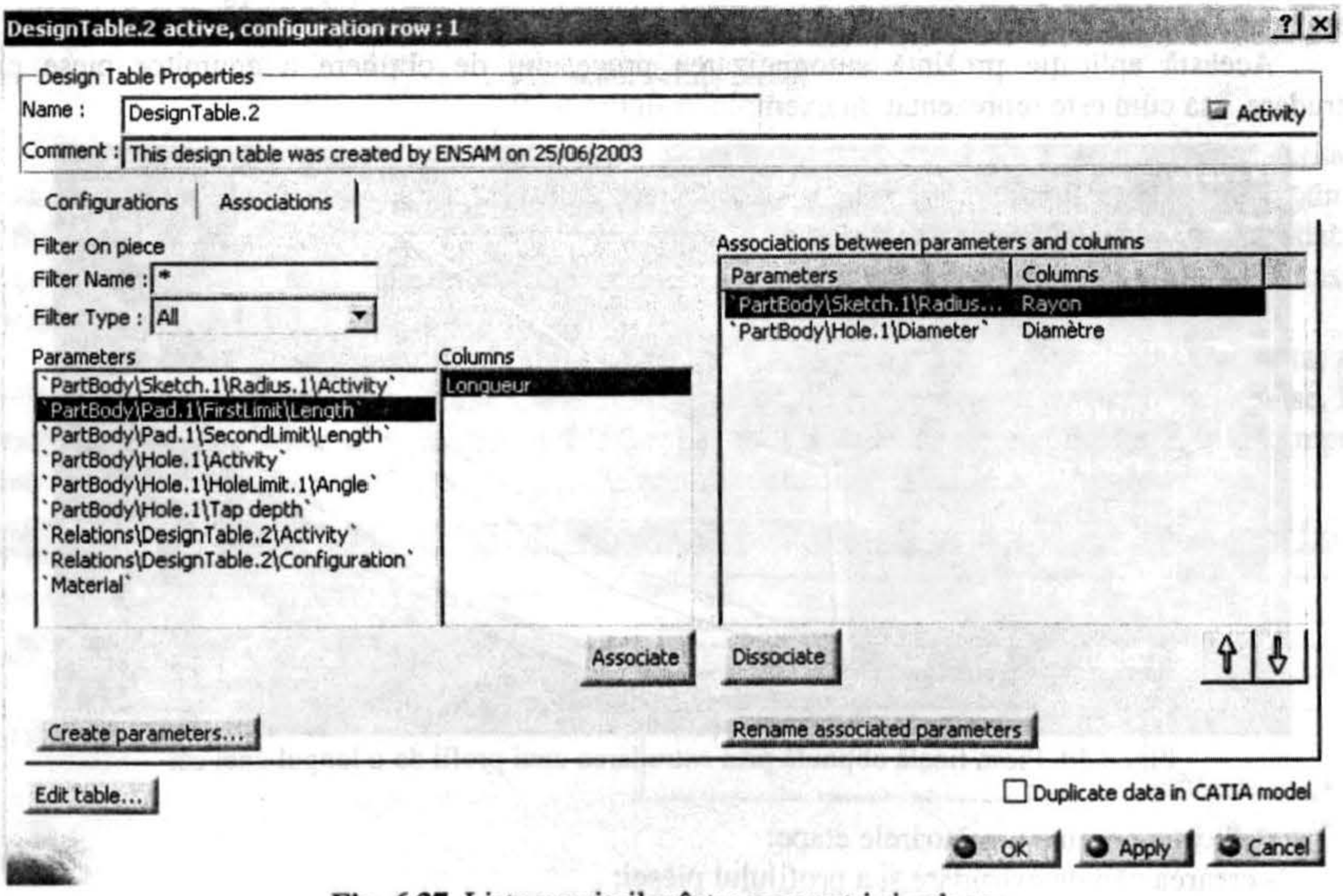


Fig. 6.37. Lista asocierilor între parametri şi coloane

Tabelul *DesignTable.2* este adăugat în arborele de specificații. Dacă se execută dublu-click pe numele său, se poate edita tabelul de parametrizare. În mod implicit, configuratia 1 este aplicată documentului. În exemplul considerat (vezi figura 6.8), se modifică diametrele interior și exterior ale piesei, în funcție de valorile fiecărei configurații (figura 6.38).

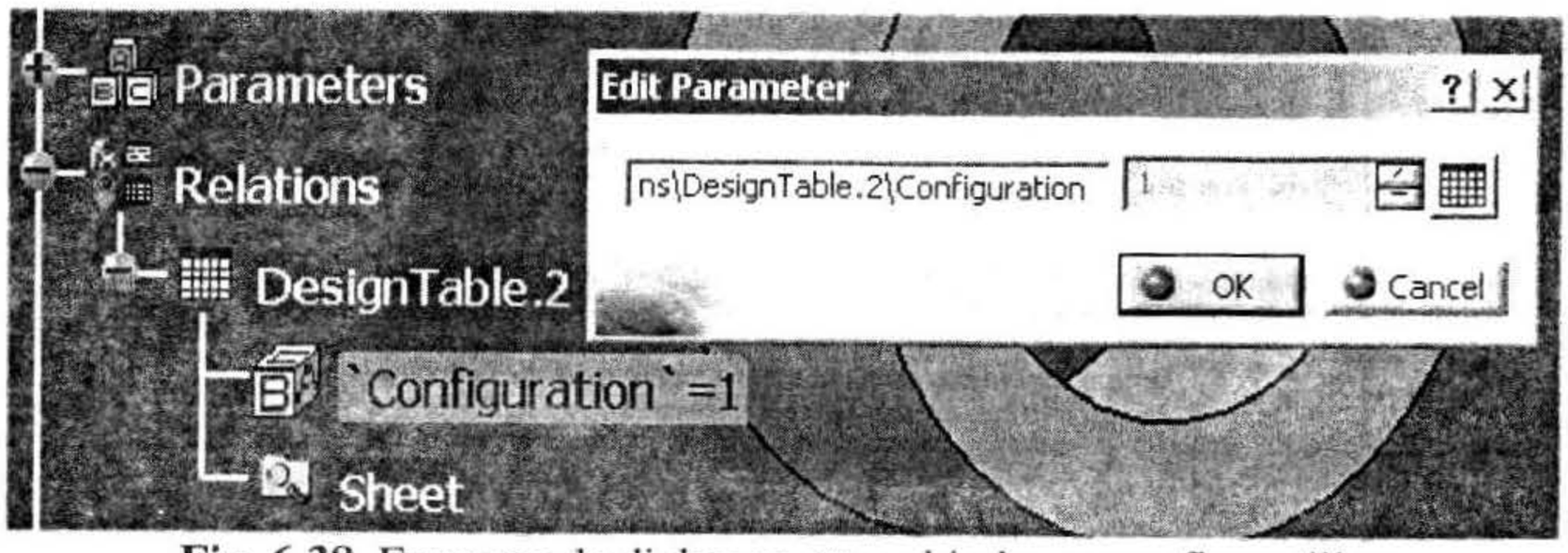


Fig. 6.38. Fereastra de dialog pentru schimbarea configurațiilor

6.4.Aplicații

6.4.1. Utilizarea tabelului de parametrizare în crearea unei familii de piese

Scopul aplicației este de a utiliza informația conținută într-o extrudare standard, existentă, pentru a crea o familie de piese asemănătoare.

Instrumentele modulului CATIA Knowledge Advisor permit utilizatorului recuperarea și reutilizarea modului în care se realizează extrudarea. CATIA folosește această informație pentru actualizarea corpului tridimensional al piesei și al schiței acesteia, în funcție de datele de intrare din tabelul de parametrizare.

Înainte de apariția programelor de proiectare asistată parametrică, utilizatorul trebuia să creeze fiecare variantă de extrudare, deci, fiecare piesă, pornind de la zero. În prezent, parametrii permit utilizatorului modificarea unei dimensiuni (interpretată de program ca fiind o variabilă), piesa actualizându-se imediat în funcție de noua valoare.

Această aplicație prezintă automatizarea procesului de obținere a anumitor piese prin extrudare, asa cum este reprezentat un exemplu în figura 6.39.

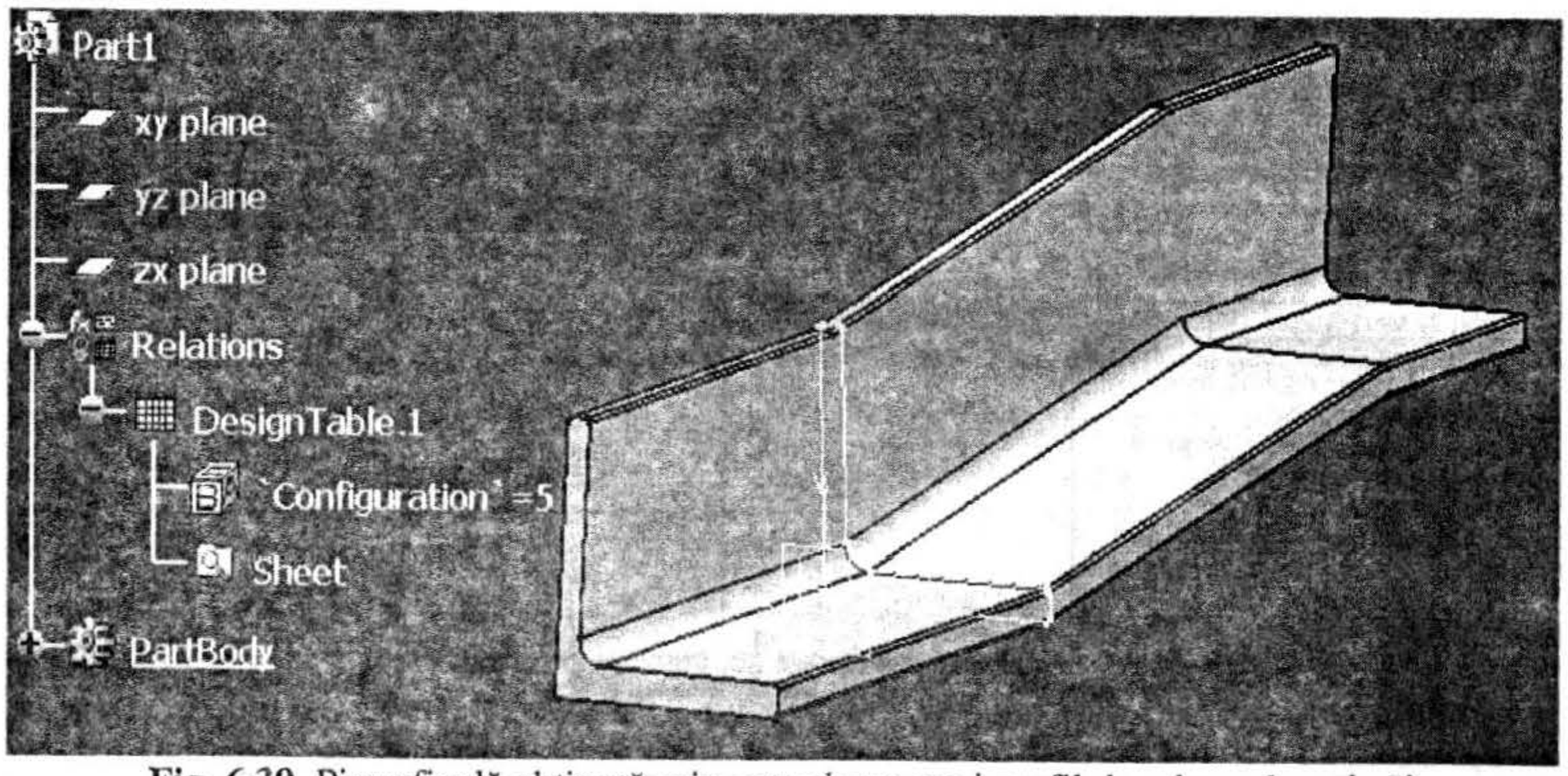


Fig. 6.39. Piesa finală obținută prin extrudarea unui profil de-a lungul unei căi

Aplicația conține următoarele etape:

- crearea căii de extrudare și a profilului piesei;

- atribuirea de nume sugestive variabilelor pentru constrângerile necesare;
- crearea piesei cu ajutorul instrumentului de modelare *Rib* (nervură);
- crearea relațiilor între variabile printr-un tabel de parametrizare.

Piesele sunt, în principiu, asemănătoare, dar fiecare ar trebui creată din nou datorită unor diferențe dimensionale simple şi/sau a unui tip diferit de extrudare.

Primul pas în această aplicație constă în crearea unui profil de extrudare în planul ZX, aşa cum este reprezentat în figura 6.40. Punctul de origine (0,0) este situat în colțul stânga exterior al profilului. Acest profil va fi utilizat ca bază, deoarece toate celelalte extrudări vor fi derivate din el.

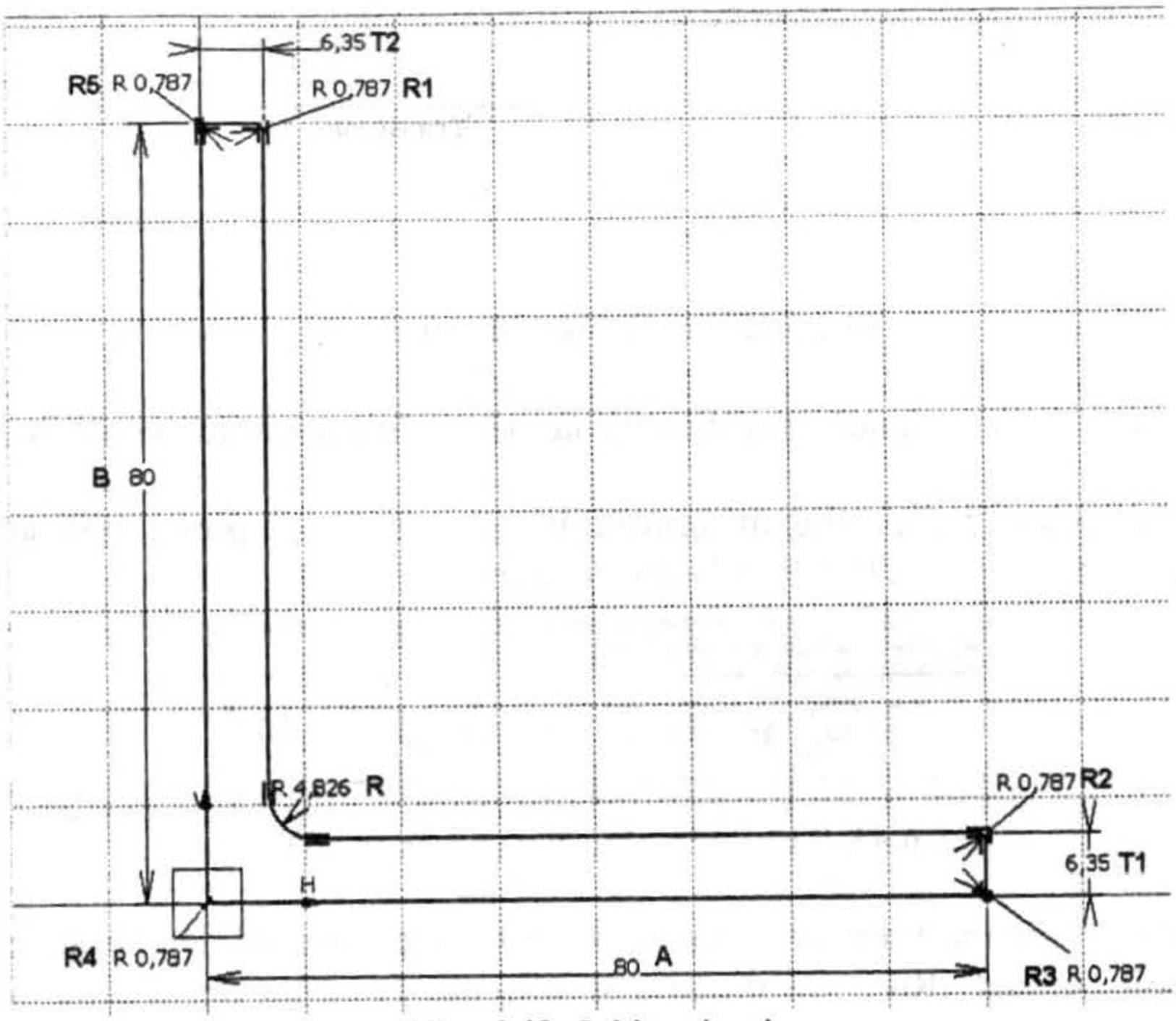


Fig. 6.40. Schița piesei

Se recomandă modificarea numelor dimensiunilor constrânse, deşi nu este absolut necesar, dar va uşura foarte mult procesul de creare a piesei şi, implicit, derularea aplicației. Aceste nume vor fi folosite pentru crearea unui fişier Excel. Pentru buna derulare a aplicației, este recomandabil să se utilizeze chiar numele reprezentate în figura 6.40, alături de valorile dimensiunilor constrânse, şi anume : R, R1, R2, R3, R4, R5, A, B, T1 şi T2.

Schimbarea numelui unei dimensiuni se realizează executând un dublu-click pe aceasta, se va afişa fereastra de dialog "*Constraint Definition*", care conține valoarea dimensiunii constrânse. În această fereastră de dialog se apasă butonul [More] şi se introduce numele constrângerii în câmpul "*Name*" (figura 6.41). Se repetă această operație pentru toate dimensiunile constrânse.

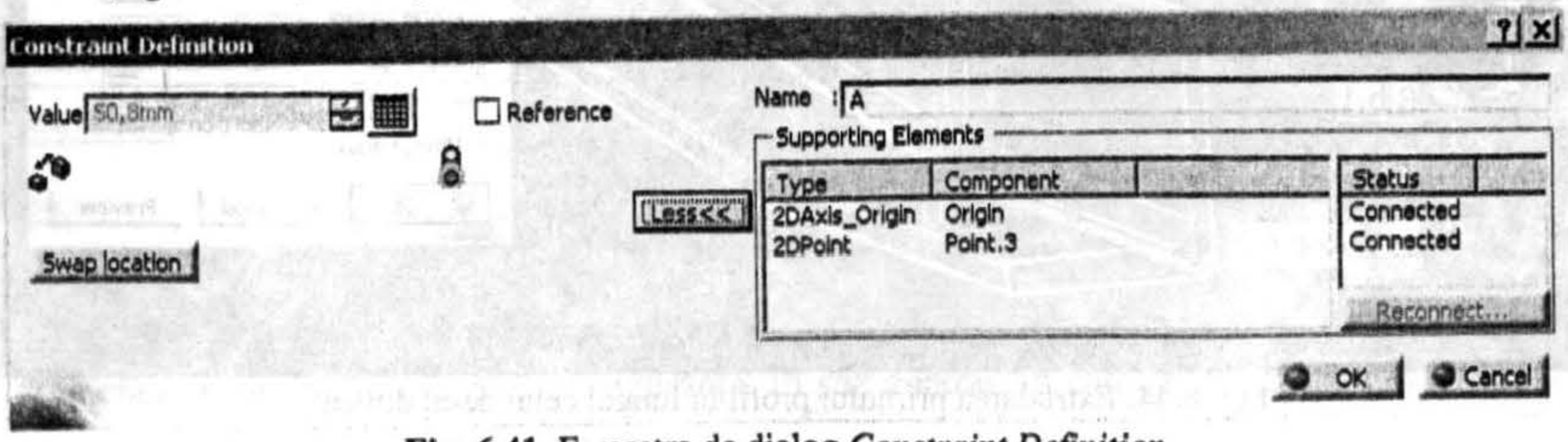


Fig. 6.41. Fereastra de dialog *Constraint Definition*

În etapa următoare, utilizatorul crează un alt profil, în planul YZ, perpendicular pe planul ZX. Al doilea profil este utilizat drept curbă de extrudare pentru primul profil (figura 6.42).

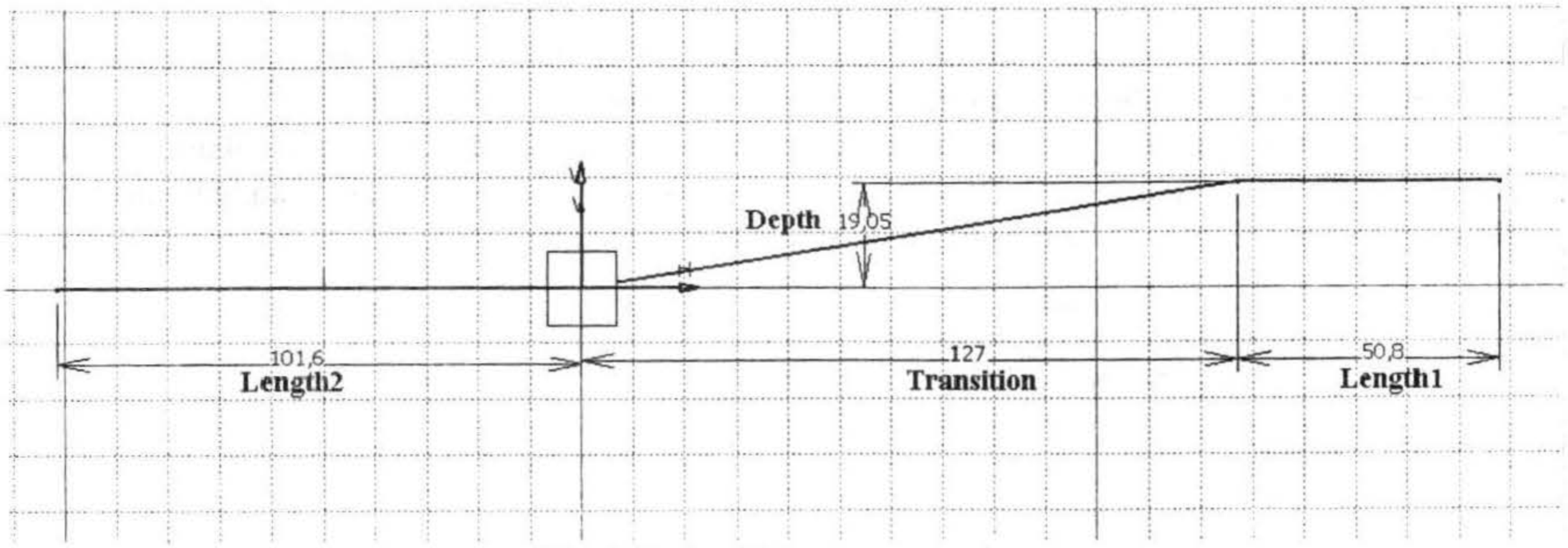


Fig. 6.42. Profilul pentru extrudare

De asemenea, se recomandă modificarea numelor dimensiunilor constrânse, conform cu figura 6.42.

După crearea celor două profile, utilizatorul începe construcția piesei, utilizând instrumentul de modelare *Rib*, din modulul CATIA Part Design (figura 6.43).

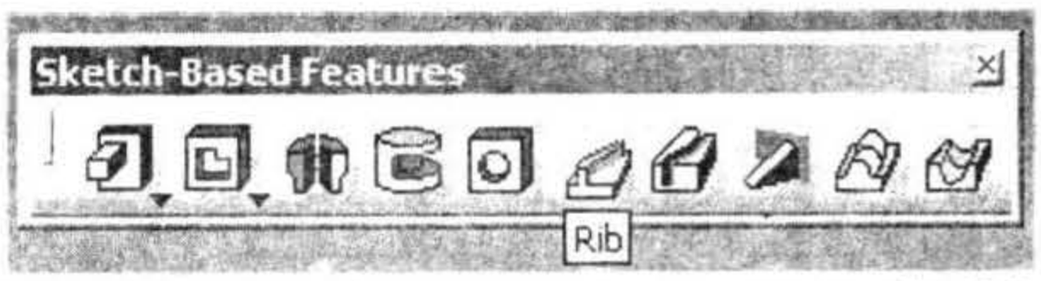


Fig. 6.43. Bara de instrumente pe care se află *Rib*

Pentru crearea corpului tridimensional al piesei se alege profilul de extrudare creat în figura 6.40, apoi se apasă butonul [Rib]. Ca urmare, se afișează fereastra de adialog "*Rib Definition*" (figura 6.43).

În câmpul "*Profile*" este deja selectat primul profil (*Sketch.1*), iar în câmpul "*Center curve*" se selectează al doilea profil (*Sketch.2*) (figura 6.44).

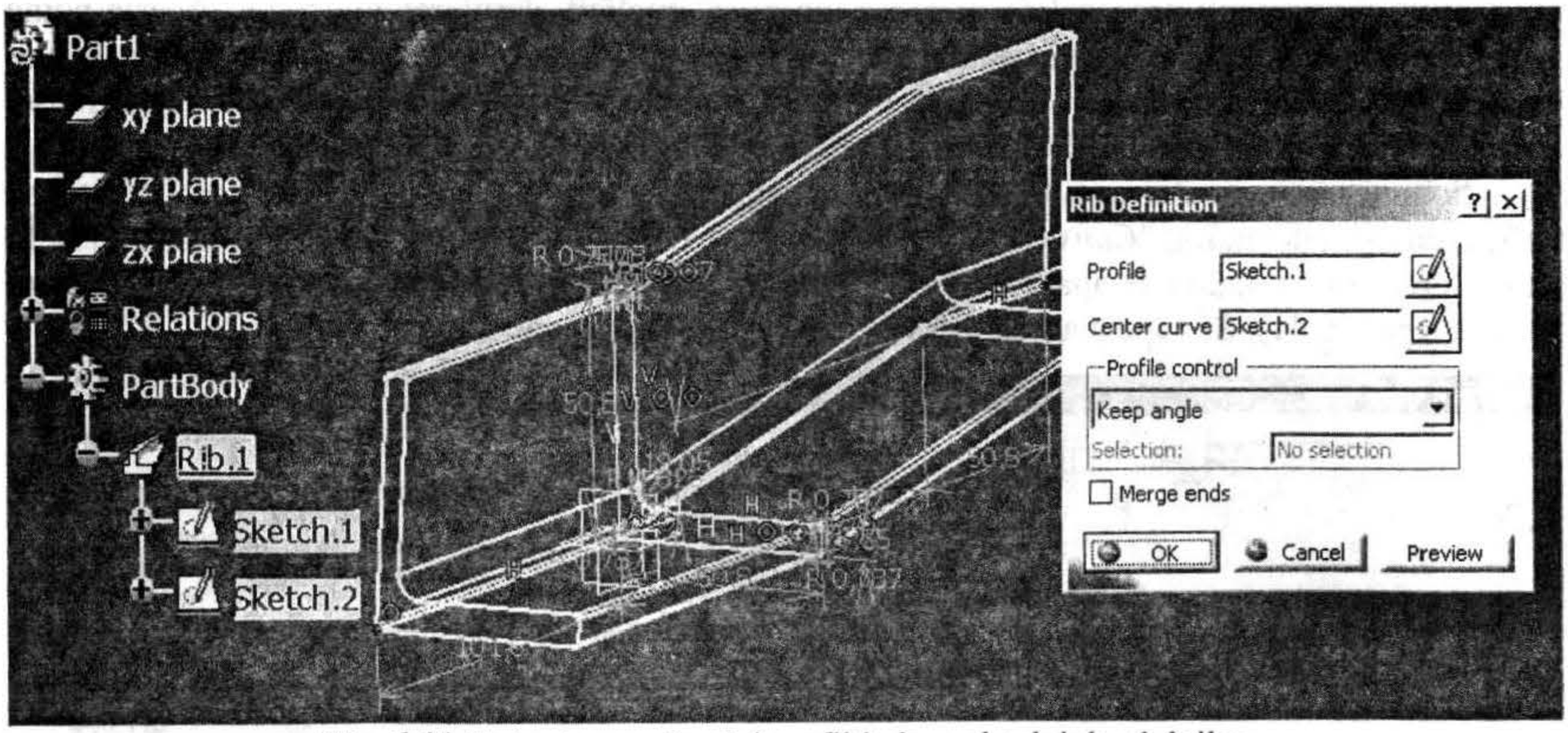


Fig. 6.44. Extrudarea primului profil în lungul celui de-al doilea

În această etapă a fost creată piesa de bază. Următoarea etapă constă în parametrizarea piesei cu ajutorul unui tabel de parametrizare.

În figura 6.45 se prezintă un fişier Excel care conţine cinci seturi (configuraţii) diferite de dimensiuni. Utilizatorul creează un tabel de parametrizare nou sau foloseşte unul deja existent, dar care trebuie să conţină numele şi valorile dimensiunilor constrânse, afişate în figura 6.45. Aceste nume au fost stabilite într-o etapă anterioară, utilitatea lor în acest moment fiind evidentă.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	A (mm)	B (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	R (mm)	R1 (mm)	R2 (mm)	R3 (mm)	R4 (mm)	R5 (mm)
2	80,000	80,000	6,350	6,350	4,826	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787
3	31,750	31,750	5,080	1,651	3,048	0,762	0,762	0,762	0,762	0,762
4	38,100	20,625	2,769	3,556	3,175	1,575	1,575	0,406	0,787	0,406
5	153,924	45,720	4,826	15,494	4,775	2,388	2,388	0,406	0,406	0,406
6	50,800	50,800	6,350	5,080	4,826	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787
7										

Fig. 6.45. Tabelul de parametrizare al familiei de piese

Pentru a importa tabelul, împreună cu valorile sale, se apasă pictograma "*Design Table*", situată în bara de instrumente *Knowledge*. Ca urmare, se afişează fereastra de dialog "*Creation of a Design Table*", în care utilizatorul trebuie să aleagă un nume şi un comentariu, apoi să bifeze opţiunea "*Create a design table from a pre-existing file*".

În urma apăsării butonului [OK] se afişează o nouă fereastră de dialog prin care se alege fişierul extern .xls, care conţine tabelul de parametrizare.

De asemenea, utilizatorul este întrebat dacă doreşte ca asocierea parametrilor cu coloanele să se facă automat. În acest caz se apasă butonul [No], urmând ca asocierea să se realizeze manual, astfel, o coloană a fişierului Excel să fie asociată cu un parametru al piesei (figura 6.46).

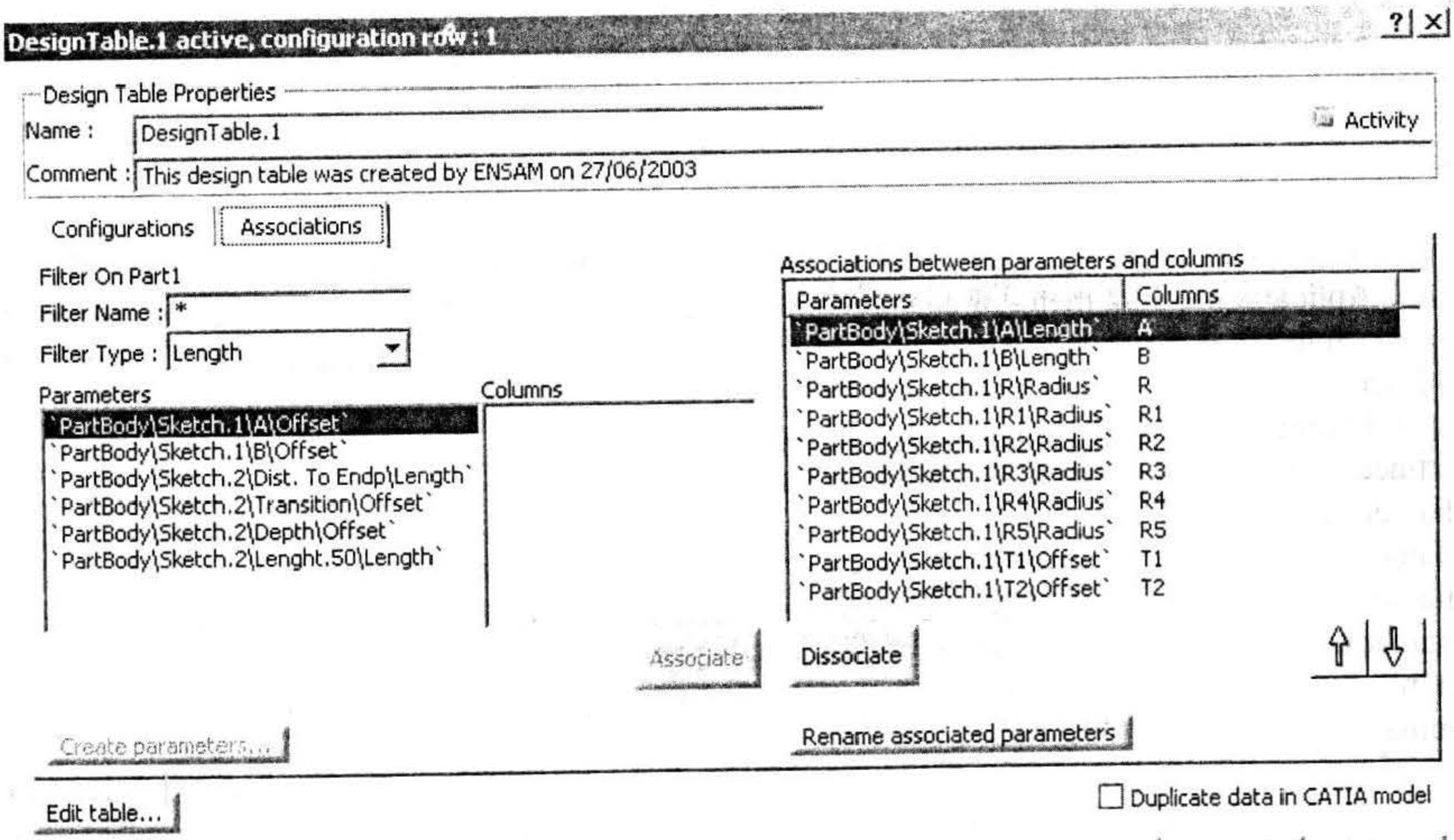


Fig. 6.46. Lista asocierilor între parametrii piesei şi coloanele fişierului Excel

Datorită simplificării numelor parametrilor piesei, asocierea este foarte intuitivă, prezentând, de asemenea, şi un important grad de siguranţă. În caz contrar, în care redenumirea dimensiunilor

constrânse ale piesei nu are loc, identificarea unui anumit parametru în listă şi asocierea sa cu coloana potrivită a tabelului, devine un proces foarte greoi, prezentând şi riscul apariției unor erori.

Odată ce asocierea a fost încheiată, tabelul de parametrizare este afişat în arborele de specificații, având prima configurație activată implicit.

În acest moment, utilizatorul poate alege orice altă configurație din cele cinci existente, poate adăuga altele noi, sau modifica pe cele deja existente etc. În urma oricărei modificări, dimensiunile piesei se vor schimba imediat, rezultând, astfel, familia de piese dorită.

Spre exemplu, figura 6.47 prezintă extrudarea profilului, conform configurației 4, forma piesei fiind diferită de cea reprezentată în figura 6.39.

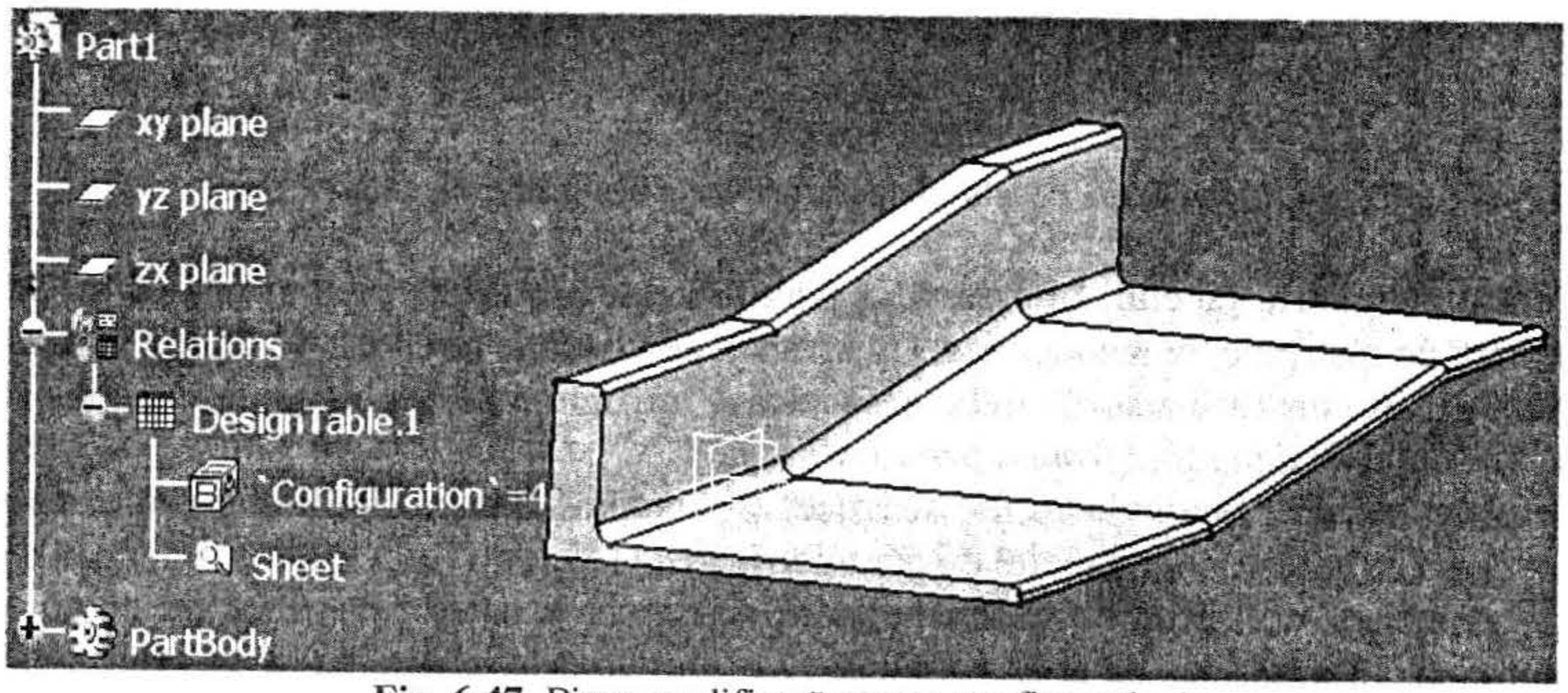


Fig. 6.47. Piesa modificată pentru configurația 4

Utilizând parametrizarea, se remarcă uşurința şi rapiditatea cu care se obțin alte piese, asemănătoare între ele, dar cu dimensiuni diferite. Fără a apela la această facilitate a modulului CATIA Knowledge Advisor, utilizatorul ar fi trebuit să modeleze fiecare piesă în parte, modificând manual toate valorile parametrilor ce o definesc (formă, dimensiuni, poziție).

6.4.2. Parametrizarea unui ansamblu format din două piese

Aplicația prezintă metodologia de creare a unui ansamblu format din două piese: un cilindru alezat la interior şi un capac. Ansamblul va fi parametrizat astfel încât toate elementele sale să se modifice în urma unei acțiuni a utilizatorului.

Parametrii considerați în această aplicație sunt:

- diametrele interior şi exterior ale cilindrului;
- diametrul capacului;
- diametrul suprafeței cilindrice de ghidare a capacului cu alezajul cilindrului;
- diametrul cercului purtător al centrelor găurilor executate la capătul cilindrului;
- diametrul cercului purtător al centrelor găurilor de prindere ale capacului;
- numărul găurilor filetate de prindere de la capătul cilindrului;
- numărul găurilor de prindere ale capacului.

Aplicația este astfel concepută încât să se realizeze modificarea automată a parametrilor dimensionali enumerați mai sus, odată cu modificarea unuia dintre ei, în acest caz, raza interioară a cilindrului.

Modalitatea de lucru este următoarea: se desenează în fişiere separate fiecare componentă a ansamblului (cilindrul şi capacul), salvându-se cu nume sugestive, pentru a fi mai uşor de asamblat ulterior.

Dimensiunile fiecărui corp sunt mai puțin importante în această etapă, urmând a fi modificate, după asamblare, prin formule şi reguli.

Primul corp desenat este cilindrul, iar la unul din capetele sale se execută găurile de prindere pentru capac. Aceste găuri de prindere sunt realizate, pentru a putea fi parametrizate, dintr-o singură gaură, copiată apoi, circular, la distanțe unghiulare egale.

Găurile prevăzute la capătul cilindrului vor fi filetate M10 pentru a fi posibilă o asamblare cu şuruburi (figura 6.48).

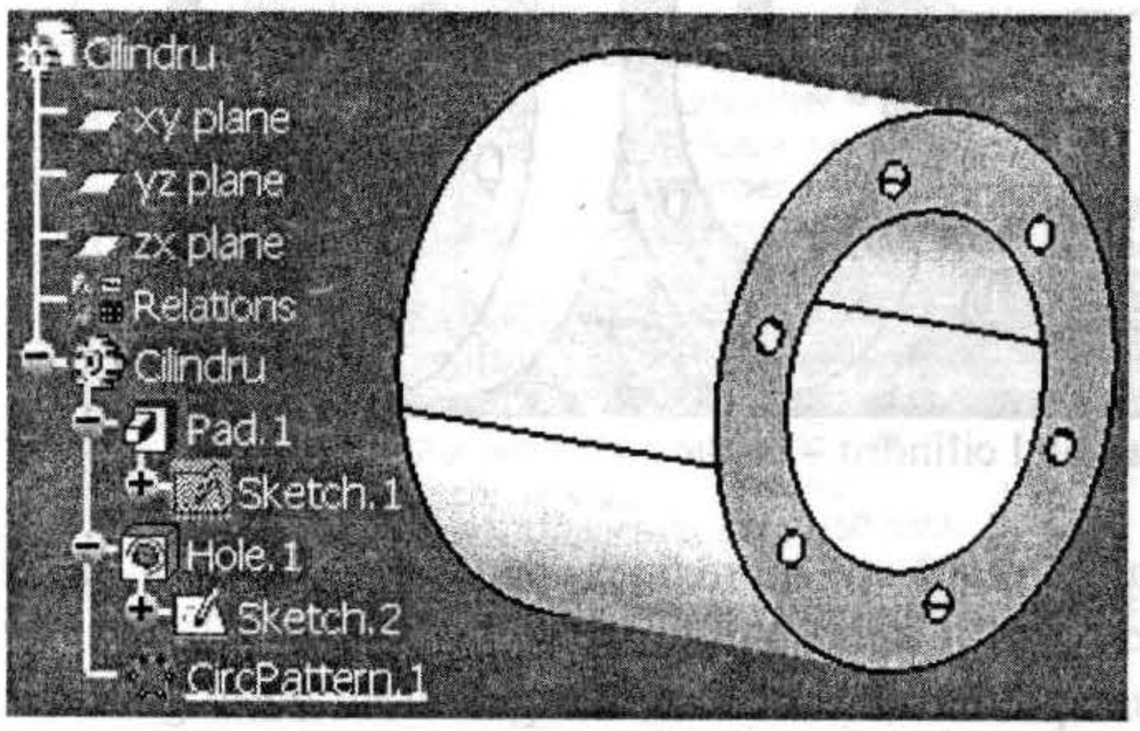


Fig. 6.48. Cilindrul reprezentat în vedere tridimensională

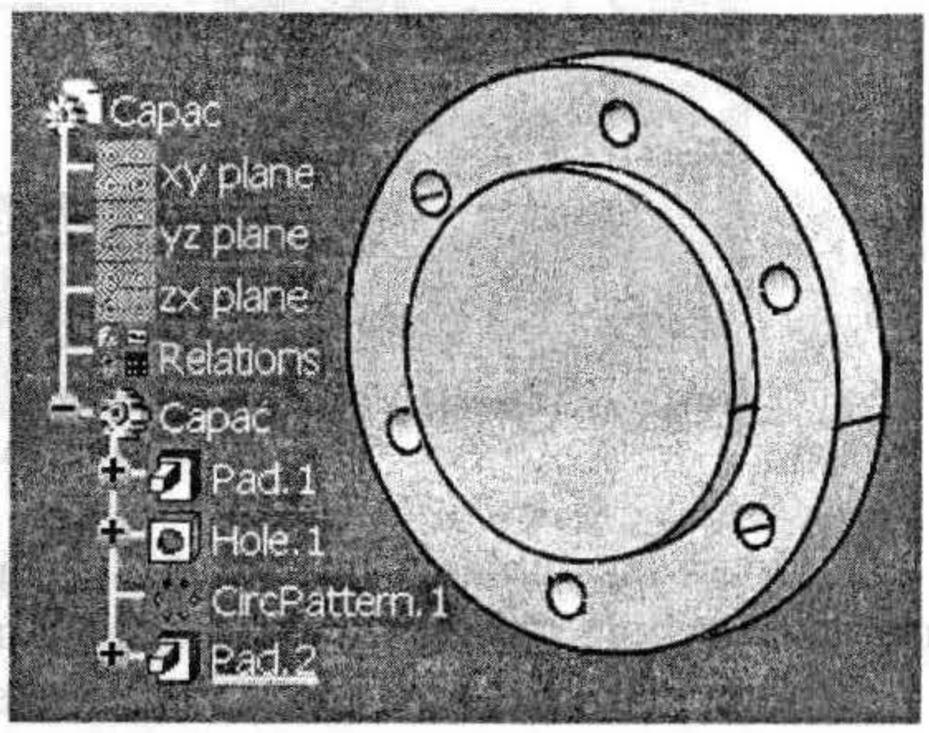


Fig. 6.49. Reprezentare tridimensională a capacului

Al doilea corp reprezentat este capacul în care se execută un număr de găuri egal cu cel al găurilor filetate din cilindru. Modul de creare al găurilor capacului trebuie să fie asemănător cu cel al găurilor cilindrului (o singură gaură, copiată circular), pentru a fi parametrizate.

Pe una dintre suprafețele plane ale capacului se prevede o suprafață de ghidare, aşa cum se observă în figura 6.49.

Având cele două corpuri desenate şi salvate în fişiere separate, se recomandă redenumirea dimensiunilor enumerate la începutul acestei aplicații, care vor interveni în parametrizarea ansamblului.

Cilindrul şi capacul vor crea un ansamblu, utilizând modulul CATIA Assembly Design (lansat în execuție, aşa cum rezultă din figura 6.50).

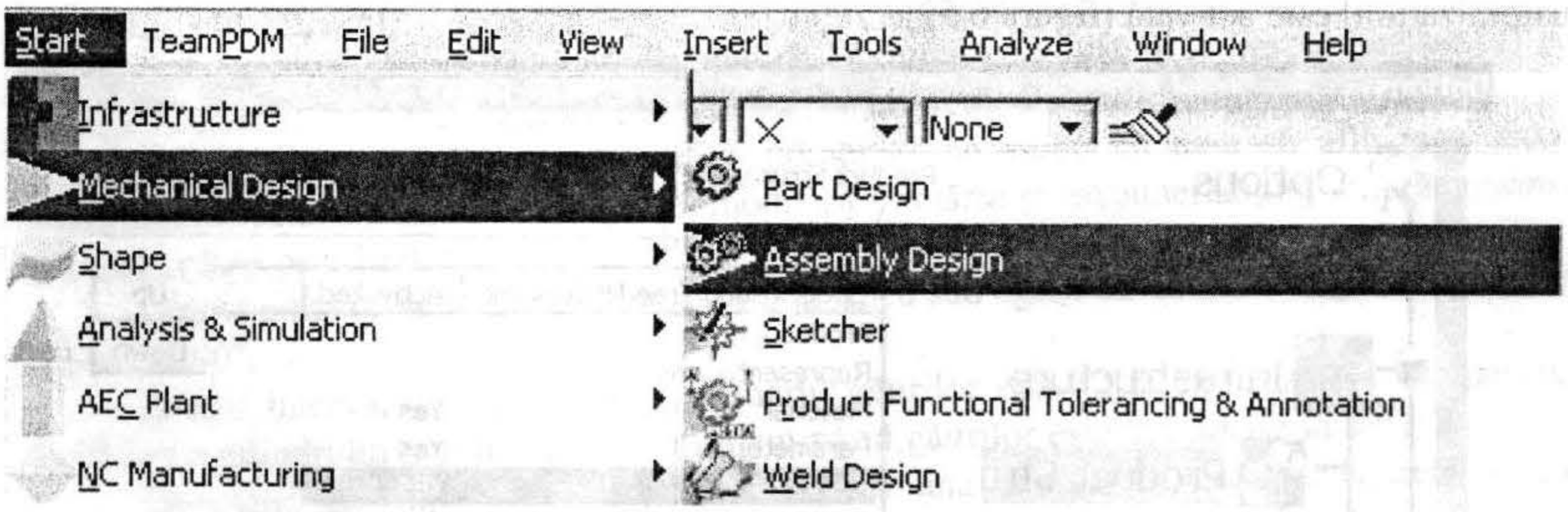


Fig. 6.50. Lansarea în execuție a modulului CATIA Assembly Design

Se recomandă ca primul corp inserat în ansamblu să fie cilindrul, apoi capacul. Ambele sunt corpuri de revoluție, iar pentru a se realiza asamblarea, prima condiție necesară este adăugarea unei constrângeri de coincidență între axele lor.

De asemenea, se poate adăuga şi o constrângere de contact de suprafață între capac şi capătul cilindrului la care sunt executate găurile, obținându-se reprezentarea din figura 6.51.

Se observă că a doua constrângere adăugată (contactul de suprafață) nu a fost actualizată, ansamblul fiind reprezentat deschis.

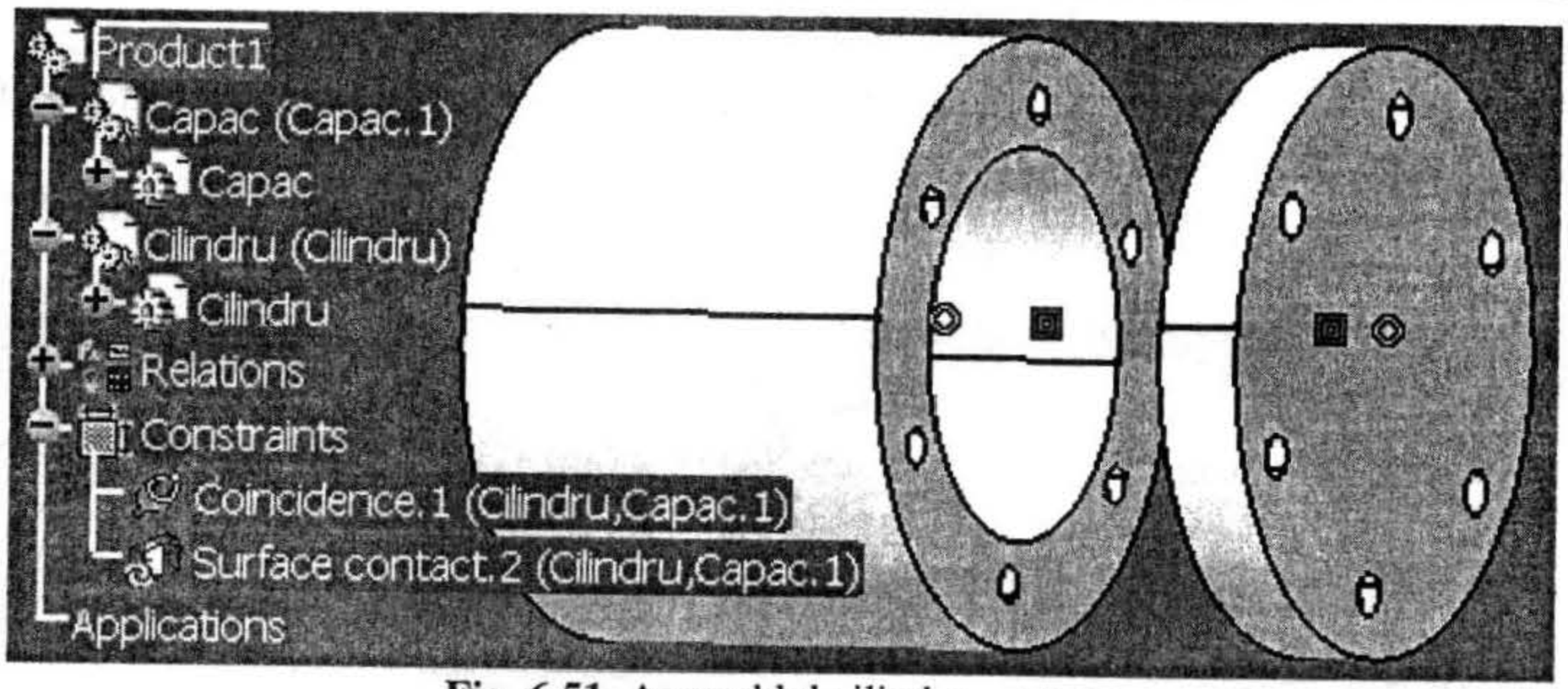


Fig. 6.51. Ansamblul cilindru – capac

Odată asamblarea încheiată, următoarea etapă o reprezintă parametrizarea sa. Astfel, ansamblul trebuie să îndeplinească următoarele condiții importante:

a. numărul găurilor filetate executate la capătul cilindrului să fie egal cu numărul găurilor de prindere prevăzute pe capac;

b. axele găurilor de la capătul cilindrului să coincidă cu axele găurilor de pe capac pentru a se putea realiza asamblarea cu șuruburi, diametrele cercurilor purtătoare ale găurilor executate în cilindru și în capac să fie egale;

c. diametrul capacului să fie egal cu diametrul exterior al cilindrului;

d. diametrul suprafeței de ghidare a capacului să fie egal cu diametrul interior al cilindrului.

Aceste condiții se materializează în formule și reguli, iar la modificarea razei interioare a cilindrului se vor modifica automat toți parametrii geometrici definiți inițial.

Pentru parametrizare, prin adăugarea unei reguli și a unei reacții, se utilizează modulul CATIA Knowledge Advisor.

Regula și reacția se vor afla în arborele de specificații al ansamblului dacă opțiunea "*Relations*" din meniul [Tools] -> [Options] -> [Infrastructure] -> [Product Structure] -> [Tree Customization] este activată (figura 6.52).

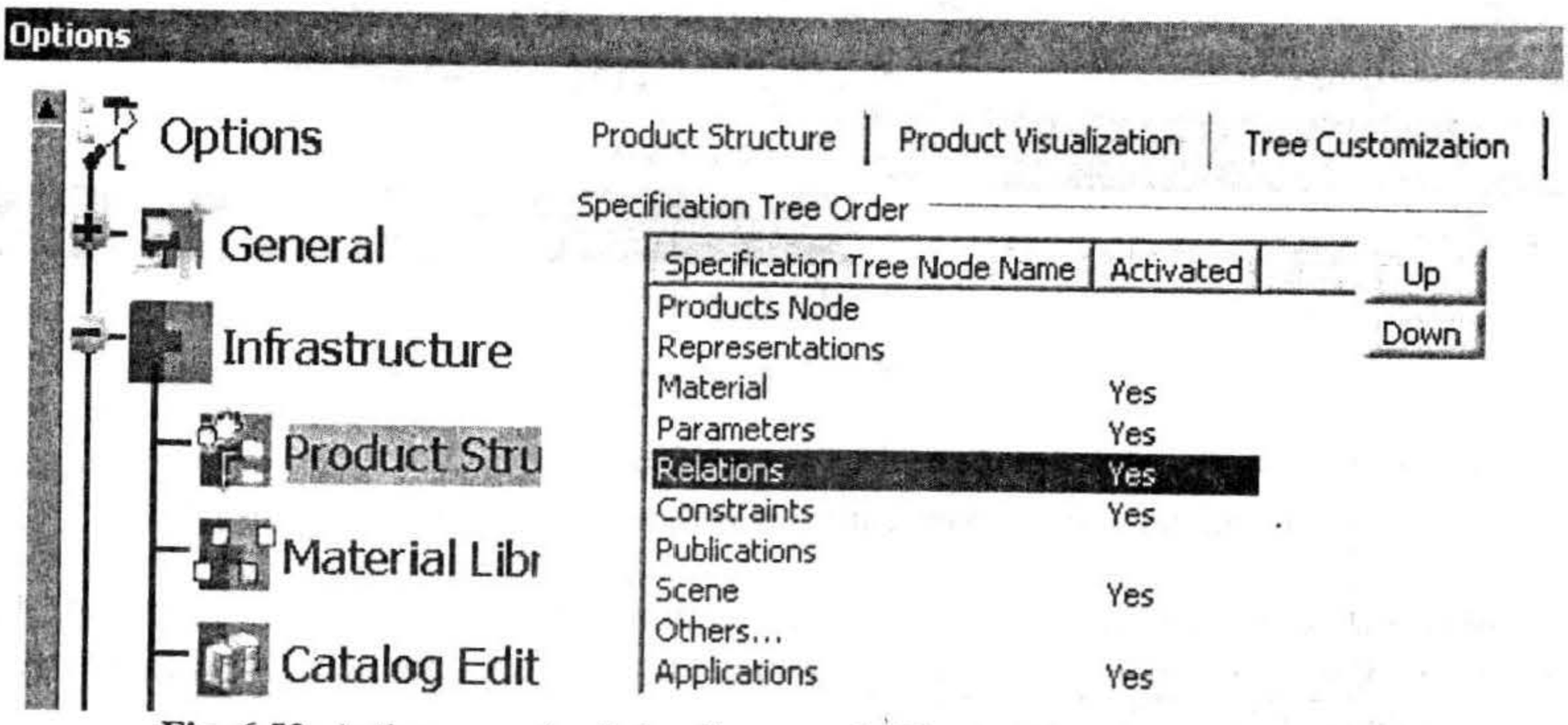


Fig. 6.52. Activarea opțiunii de afișare a relațiilor în arborele de specificații

Se apasă pictograma "*Rule*", pentru a afișa fereastra de dialog "*Rule Editor*" în care se introduc regulile de parametrizare ale ansamblului (figura 6.53).

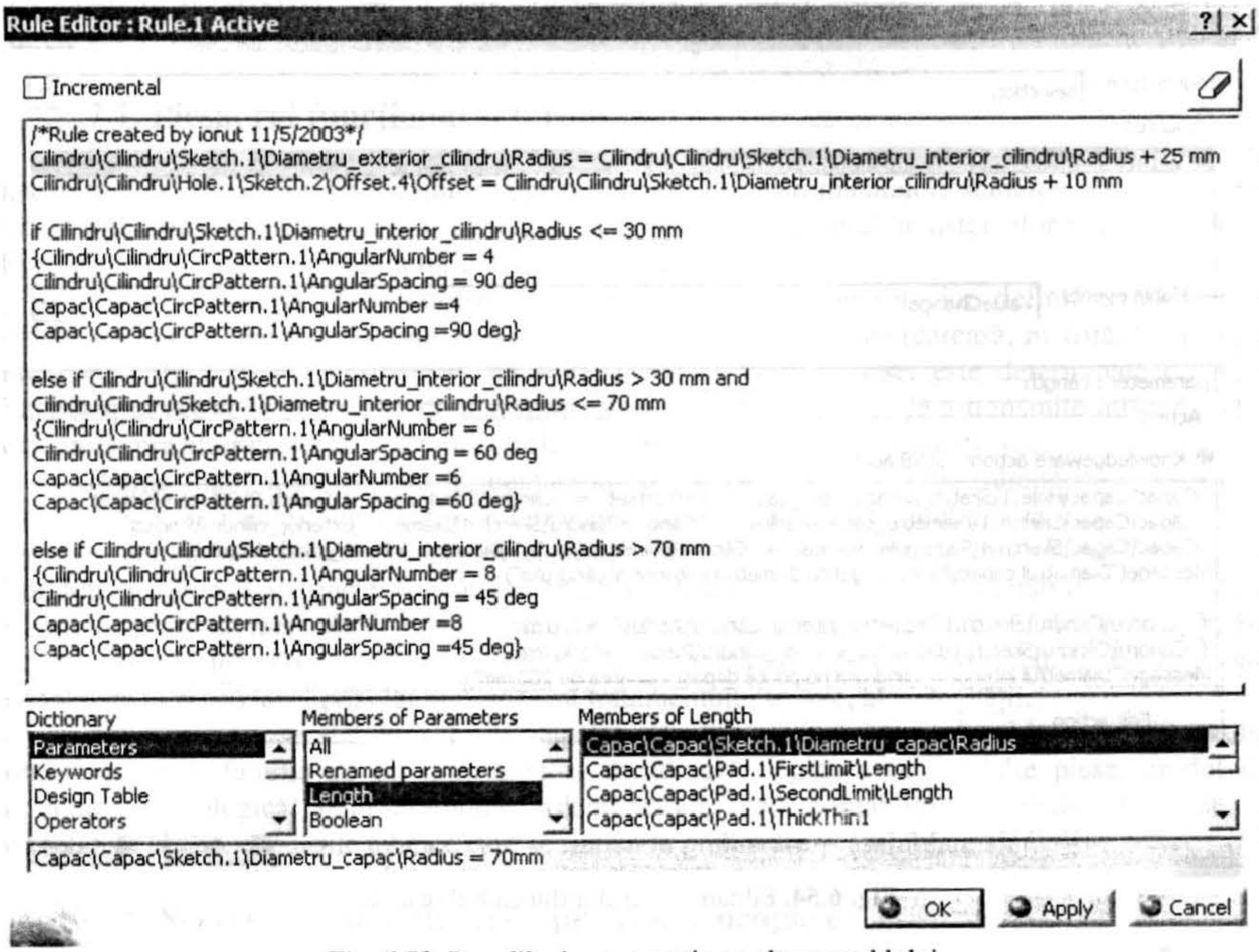


Fig. 6.53. Regulile de parametrizare ale ansamblului

Astfel, prima formulă stabileşte că raza exterioară a cilindrului să fie egală cu raza interioară a acestuia, plus 25 mm.

A doua formulă stabileşte că distanţa de la centrul cilindrului la cercul purtător al centrelor găurilor filetate să fie egală cu raza interioară a acestuia, plus 10 mm.

Urmează trei condiţii care verifică domeniul de valori în care se află raza interioară a cilindrului şi, pentru fiecare caz în parte, modifică numărul şi dispunerea unghiulară a găurilor, atât pe capac, cât şi pe cilindru.

Pentru o rază interioară a cilindrului mai mică sau egală cu 30 mm, numărul găurilor este 4, dispuse la 90^0.

Pentru intervalul (30, 70] mm, numărul găurilor este 6, dispuse la 60^0, iar pentru o rază interioară a cilindrului mai mare de 70 mm, numărul găurilor este 8, dispuse la 45^0.

Deocamdată, între aceste reguli nu există una care să limiteze valoarea pe care raza interioară a cilindrului o poate lua.

Regula este activă în orice moment, urmăreşte modificarea razei interioare a cilindrului şi acţionează imediat pentru modificarea valorilor celorlalţi parametri.

Se apasă pictograma "*Reactions*" pentru a afişa fereastra de dialog "*Reaction*" în care se introduc trei formule, două mesaje şi o condiţie de limitare a valorii pe care raza interioară a cilindrului o poate lua (figura 6.54).

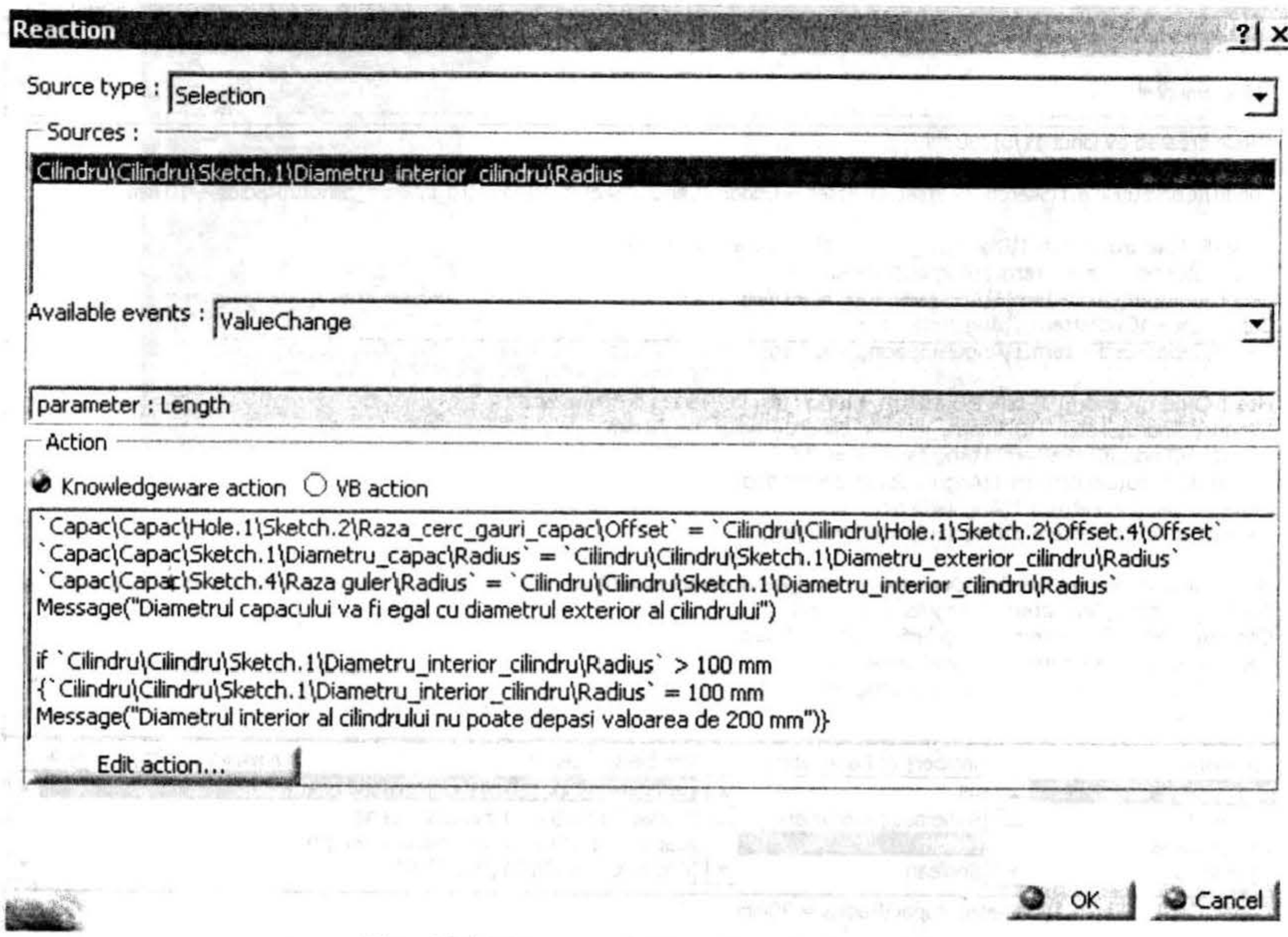


Fig. 6.54. Editarea relațiilor din cadrul reacției

În câmpul "*Source Type*" se alege "*Selection*" şi se selectează raza interioară a cilindrului. În câmpul "*Available events*" se alege opțiunea "*ValueChange*", iar în câmpul "*Action*" se introduc relațiile reacției. Semnificația selecțiilor anterioare este următoarea: reacția se va activa la modificarea valorii razei interioare a cilindrului. De asemenea, reacția specifică în prima formulă că raza cercului purtător pe care se află găurile capacului va fi egală cu raza cercului purtător pe care se află găurile de la capătul cilindrului. În a doua formulă se stabileşte că raza capacului va fi egală cu raza exterioară a cilindrului şi se afişează mesajul respectiv, iar prin a treia formulă, raza suprafeței de ghidare a capacului devine egală cu raza interioară a cilindrului.

Limitarea valorii maxime a razei interioare a cilindrului se stabileşte în acest moment: dacă utilizatorul introduce o valoare mai mare de 100 mm pentru această rază, reacția va afişa un mesaj de atenționare şi va reduce valoarea introdusă de utilizator la 100 mm.

Aplicația poate fi extinsă pentru parametrizarea completă a unui motor hidraulic liniar, din ansamblul căruia să facă parte şi şuruburile de prindere, stabilindu-se, astfel, şi diferite condiții privind alegerea acestora (tip, dimensiuni, număr).

6.5. Concluzii

Exemplele prezentate demonstrează posibilitățile programului CATIA de a asista inginerul proiectant în activitatea sa de optimizare a concepției produselor industriale, indiferent de complexitatea acestora.

În primul exemplu s-a creat o familie de piese pornind de la o schiță şi un tabel cu diferite valori pentru parametrii considerați. În al doilea exemplu, mai complex, s-a prezentat modul de parametrizare a unui ansamblu format din două componente, toți parametrii implicați în modelarea geometrică a acestora fiind dependenți de modificarea unuia dintre ei.

Capitolul 7. APLICAȚII PROPUSE

7.1. Piesa, rol funcțional şi formă

Piesa constituie elementul constructiv cel mai simplu care se află în componența mecanismelor, organelor de maşini compuse, aparatelor, instrumentelor, sculelor, dispozitivelor, subansamblurilor şi ansamblurilor, maşinilor şi utilajelor, în general, a sistemelor tehnice în toată diversitatea lor. Piesele sunt denumite componente ale produsului.

Piesa se concepe şi se construieşte pentru a îndeplini un rol bine definit, având forme variate, de la cele mai simple (bilă, bolț), până la cele mai complicate (carcasă, matriță, batiu, bloc motor etc.). În marea majoritate a cazurilor, forma de bază a piesei este determinată de rolul funcțional al acesteia, şi anume: de a susține sau a îmbina alte piese, de a transmite mişcare, de a acționa asupra altor piese, de a acționa ca element de siguranță sau de protecție etc.

Forma finală a piesei este influențată şi de alți factori, cum ar fi: solicitările la care este supusă (forțe, momente), tehnologia de fabricație, dimensiunile, materialul din care este executată, costurile, cerințe de estetică şi ergonomie, design etc. Piesa este compusă din una sau mai multe suprafețe, în general, distincte. Cu cât este mai complicată ca formă, cu atât numărul şi diversitatea suprafelor sunt mai mari. Se disting suprafețe plane şi suprafețe spațiale, care pot fi sau nu, definite analitic. Suprafețele componente ale pieselor se definesc şi din punct de vedere dimensional, tehnologic, al preciziei şi poziției reciproce, al tratamentului termic, al rugozității.

Toate acestea se stabilesc, în principal, pe baza proiectului de ansamblu din care rezultă rolul funcțional, familia de piese în care se încadrează, legătura cu celelalte piese, gradul de dificultate tehnologică, felul asamblării (demontabilă, nedemontabilă), materialul din care se execută, greutatea, condițiile tehnice care se impun la prelucrare şi asamblare etc.

7.2. Necesitatea parcurgerii aplicațiilor propuse

În acest capitol sunt propuse spre modelare 24 de piese, cu rol funcțional şi formă constructivă cât mai diferite. Se identifică piese de tip arbore, bridă, flanşă, placă, capac, suport, carcasă, matriță şi altele.

Diversificarea şi complexitatea pieselor sunt determinate de creşterea continuă a carateristicilor calitative ale aparatelor, maşinilor, instalațiilor, utilajelor, a indicatorilor de performanță (funcționale, rezistență, fiabilitate, durabilitate). Se utilizează din ce în ce mai mult materiale noi, având caracteristici superioare de rezistență şi prelucrabilitate, se extind procedeele tehnologice de mare productivitate, se extinde tipizarea, standardizarea şi modularizarea unor componente şi subansambluri.

Fiecare piesă este prezentată prin desenul de execuție şi o vedere izometrică, pentru o mai bună înțelegere a formei sale. Astfel de piese sunt utilizate curent în structura multor sisteme tehnice din industria construcțiilor de maşini şi nu numai. Pentru piesele propuse ca aplicații, utilizatorul poate obține modelele 3D în mai multe feluri, în funcție de forma geometrică prezentată în desenul de execuție.

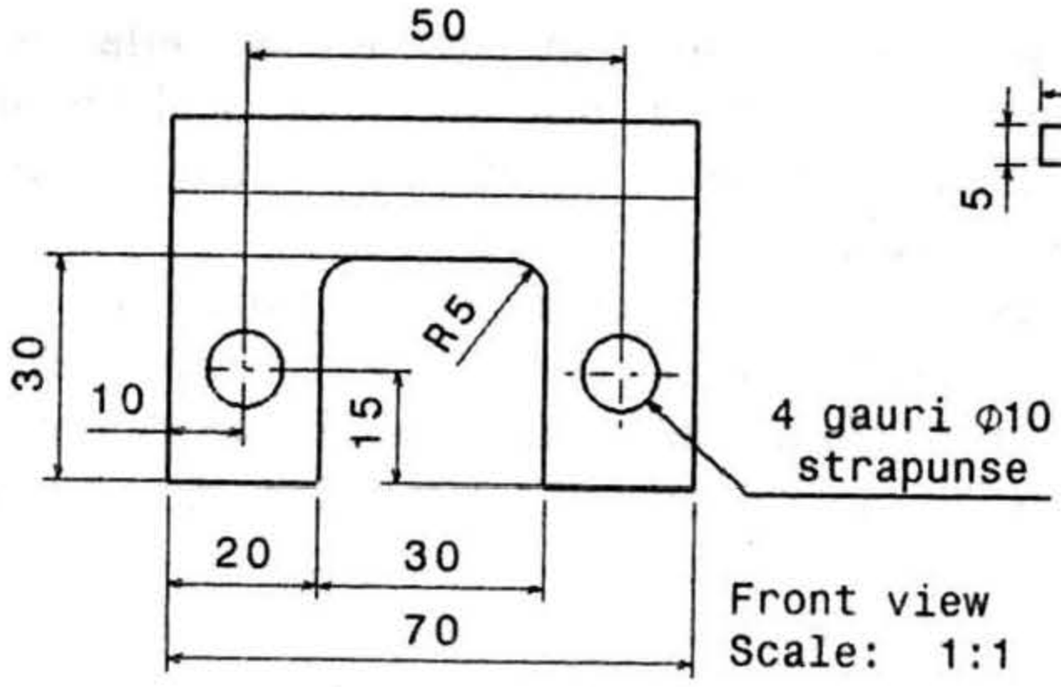
Modelarea 3D a pieselor oferă utilizatorului posibilități de analiză a piesei din punct de vedere tehnologic, al dispunerii suprafețelor, de analiză cu element finit, de proiectare parametrizată, dar şi altele puse la dispoziție de program.

În realizarea modelelor 3D ale pieselor se vor utiliza modulele CATIA Sketcher şi CATIA Part Design. Pentru verificare, se recomandă şi obținerea desenului de execuție pe baza modelului creat, cu ajutorul modulului CATIA Drafting.

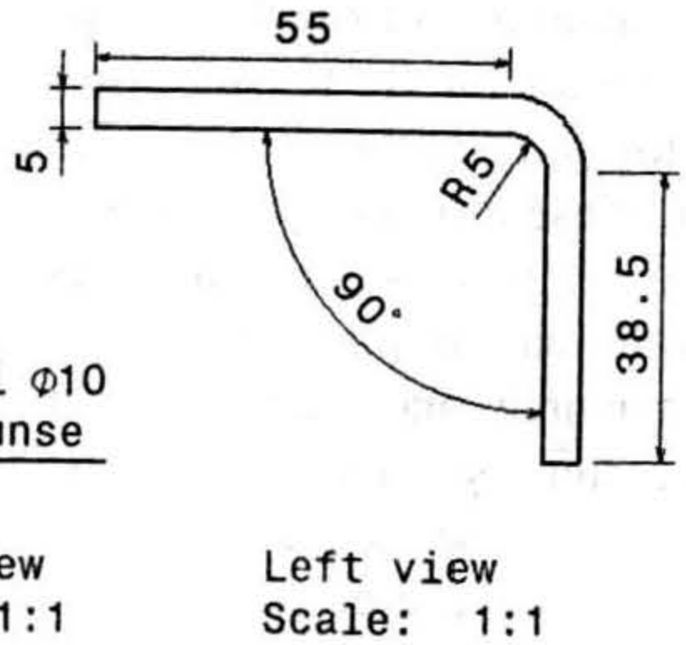
Desenele de execuție ale pieselor propuse spre modelare au caracter didactic, cu grade diferite de dificultate şi particularități privind forma, dispunerea şi precizia suprafețelor componente. Se doreşte ca prin aceste aplicații să se stabilească un mod de verificare a cunoştințelor dobândite în utilizarea gradată a programului CATIA.

7.3. Desene de execuție ale pieselor propuse spre modelare 3D

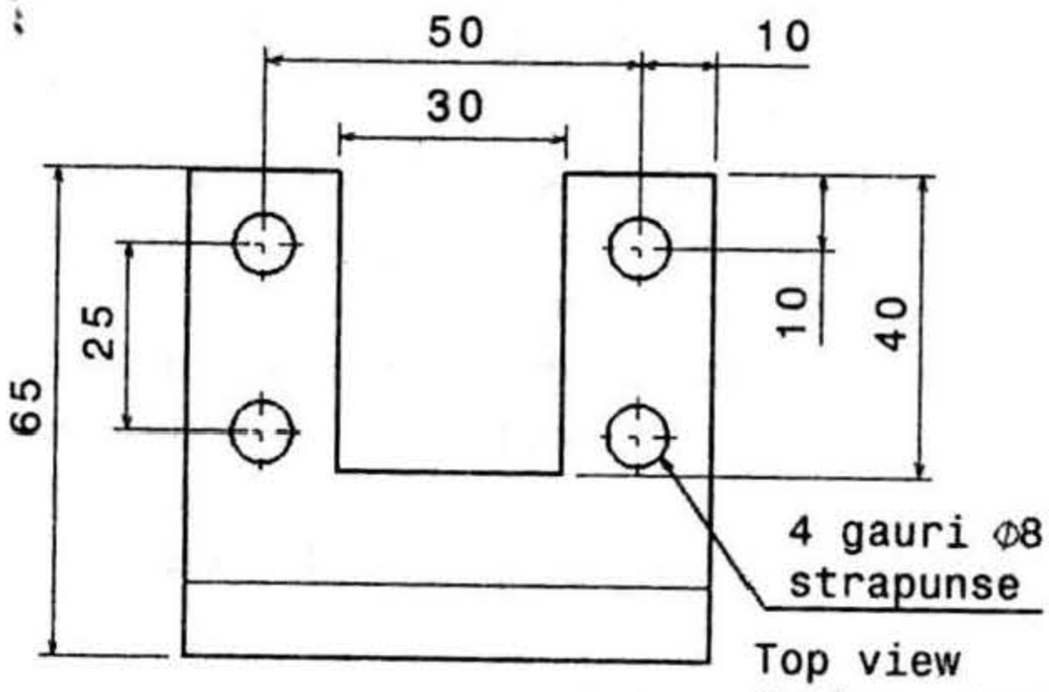
Aplicația 1



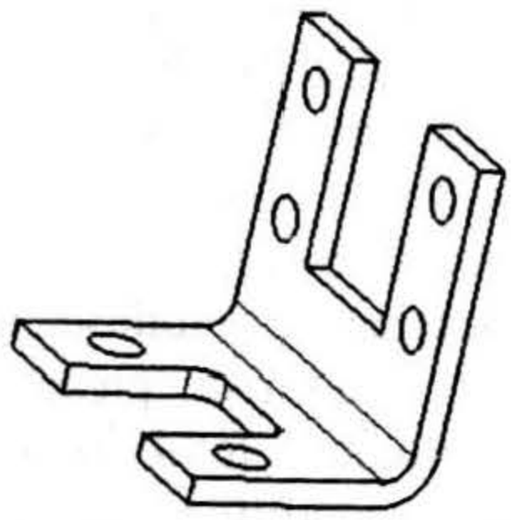
Front view
Scale: 1:1



Left view
Scale: 1:1

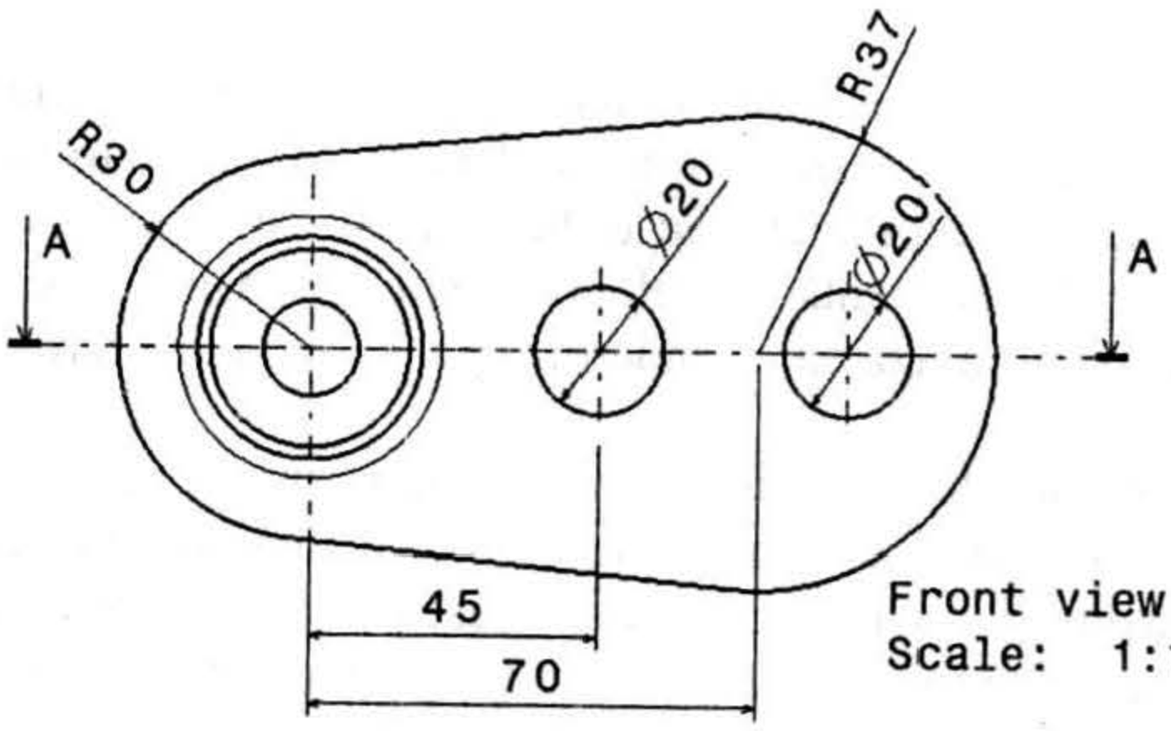


Top view
Scale: 1:1

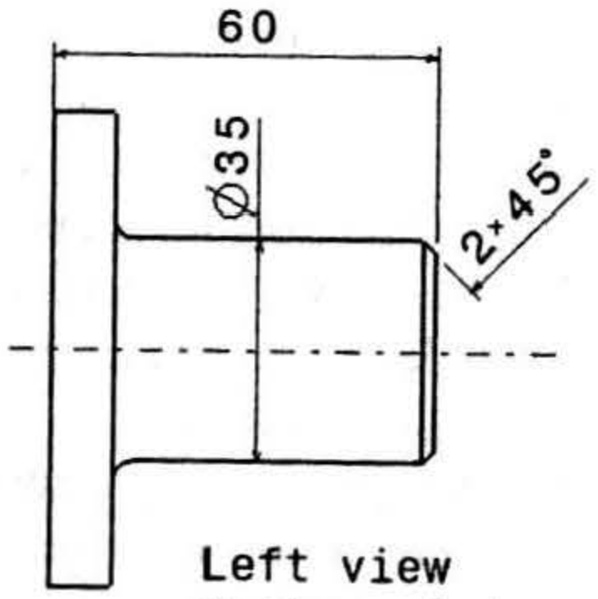


Isometric view
Scale: 3:4

Aplicația 2

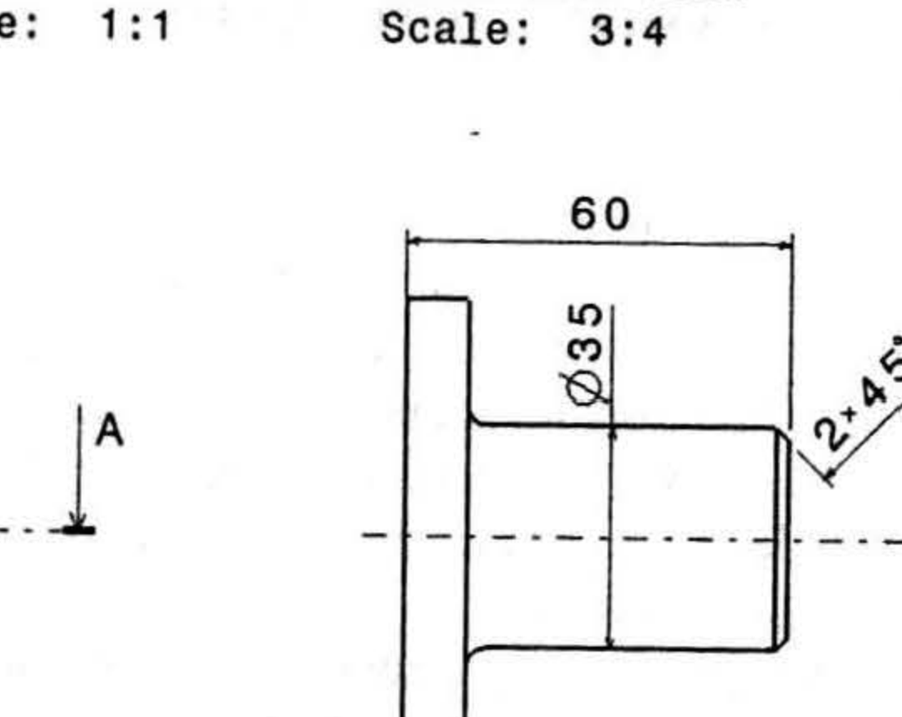


Front view
Scale: 1:1



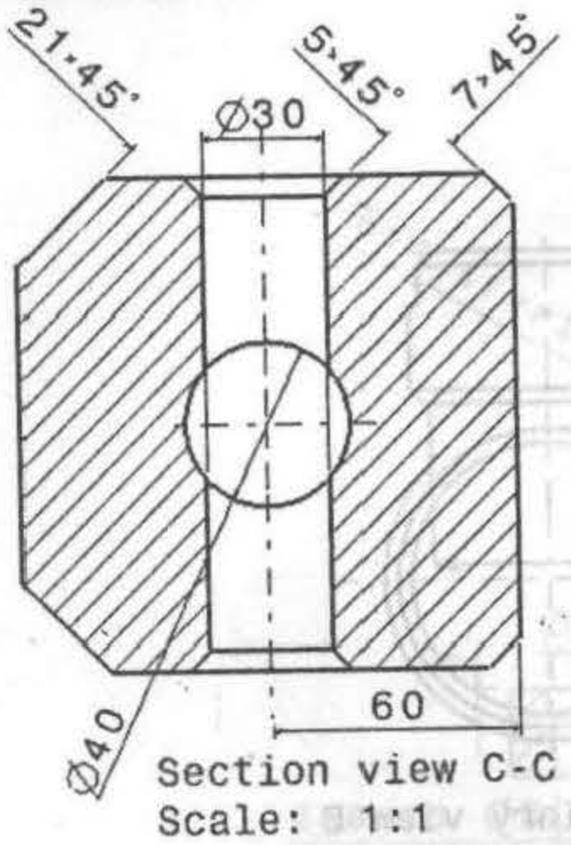
Left view
Scale: 1:1

Section view A-A
Scale: 1:1

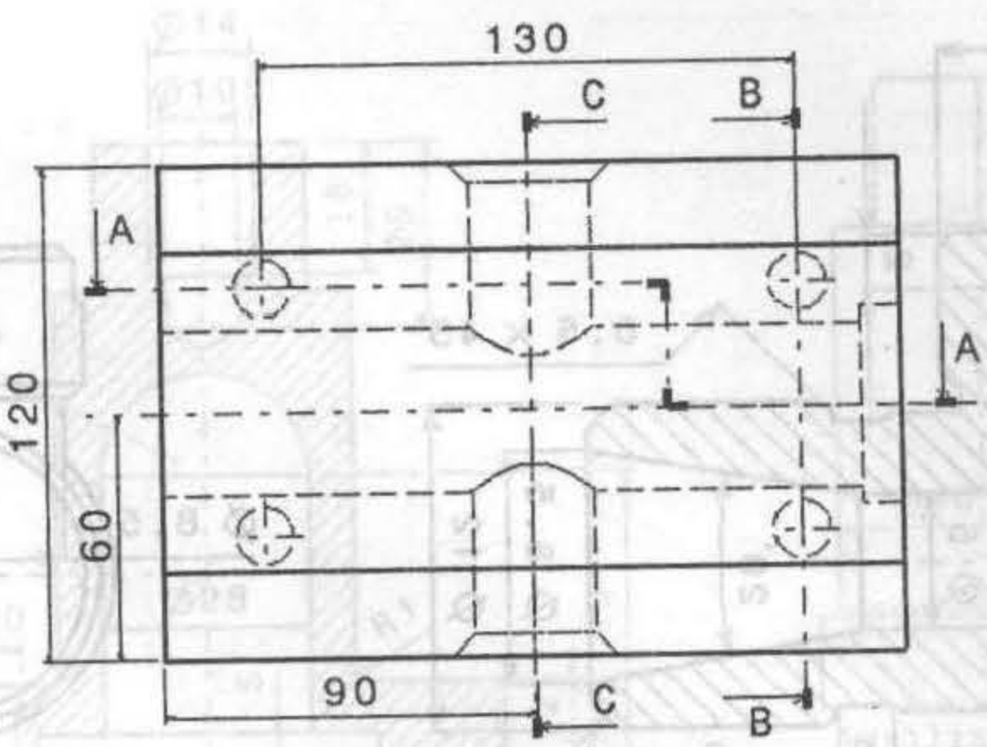


Isometric view
Scale: 1:1

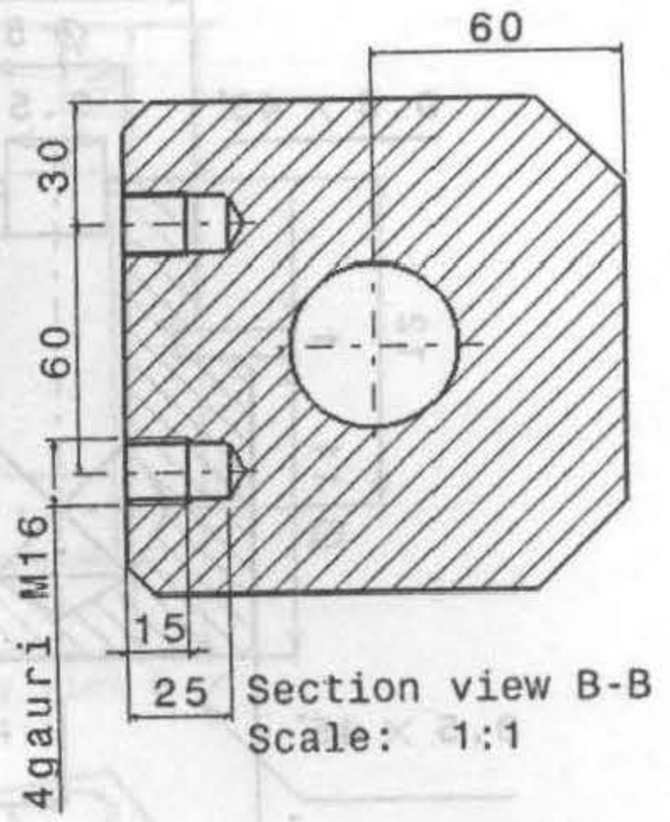
Aplicația 3



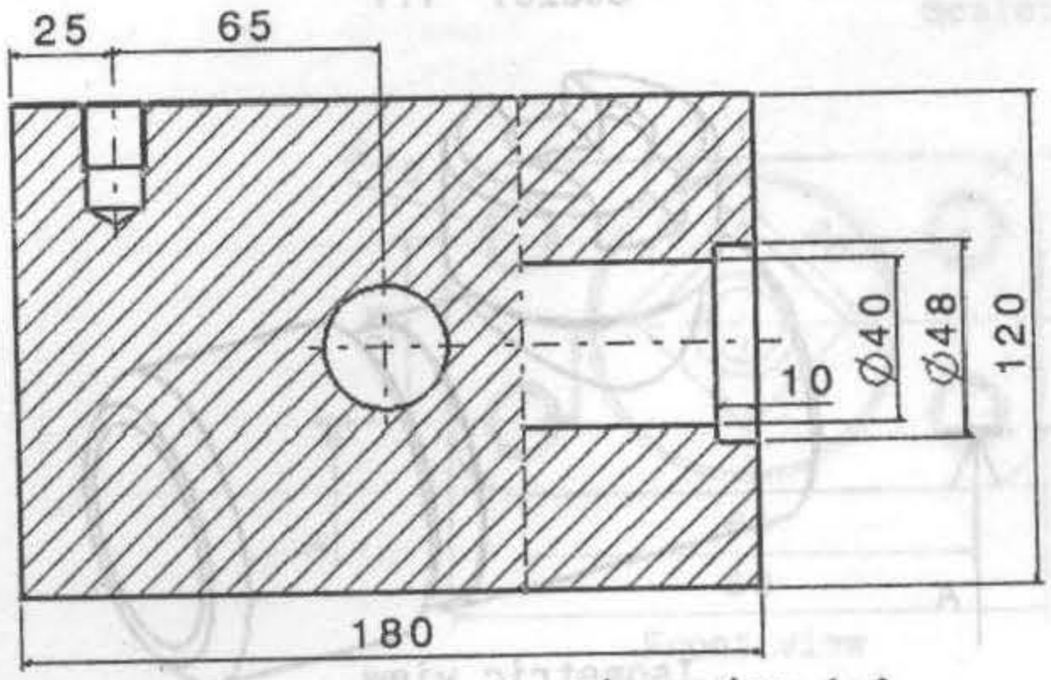
Section view C-C
Scale: 1:1



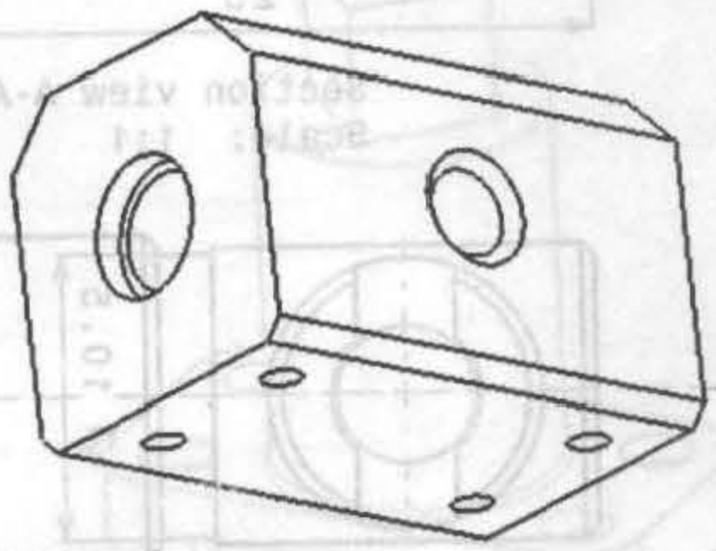
Front view
Scale: 1:1



Section view B-B
Scale: 1:1

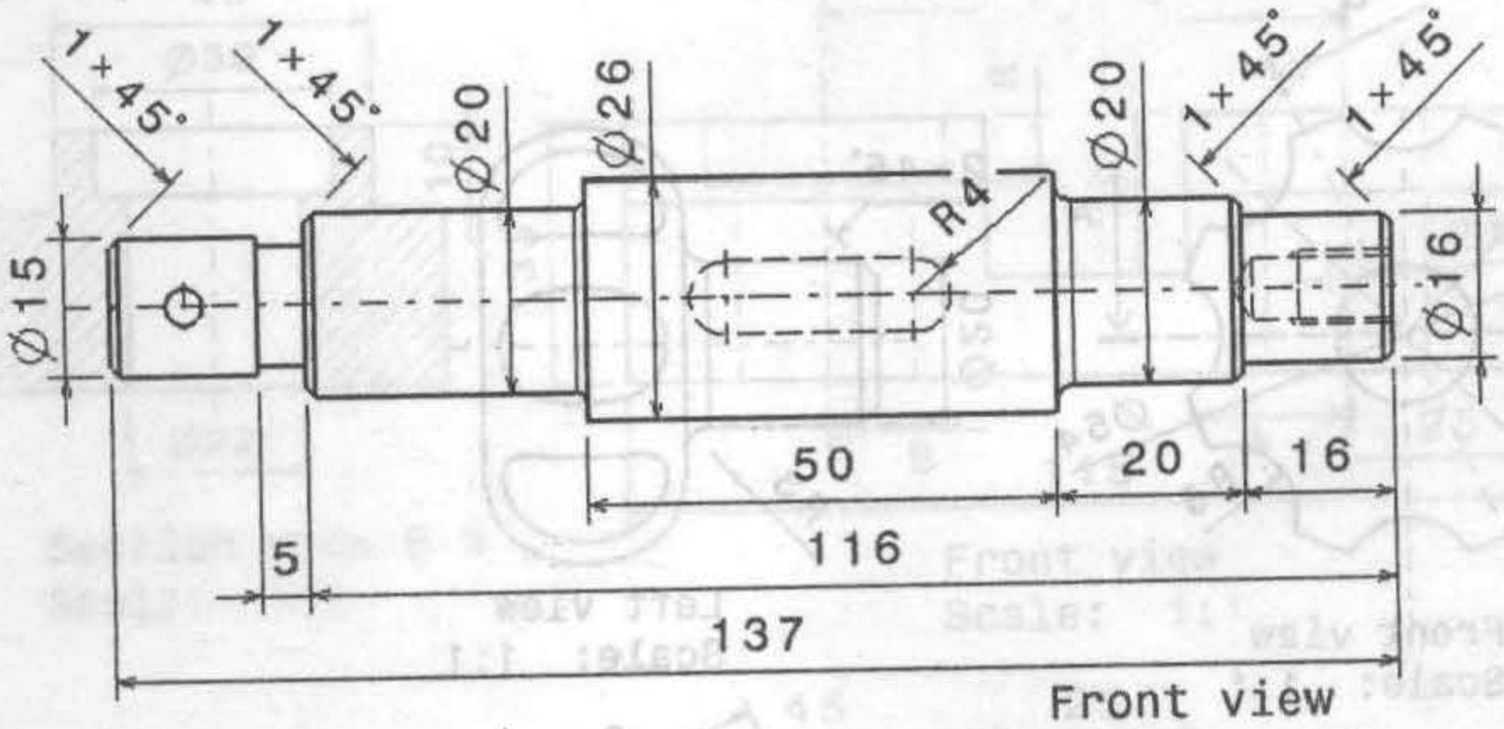


Section view A-A
Scale: 1:1

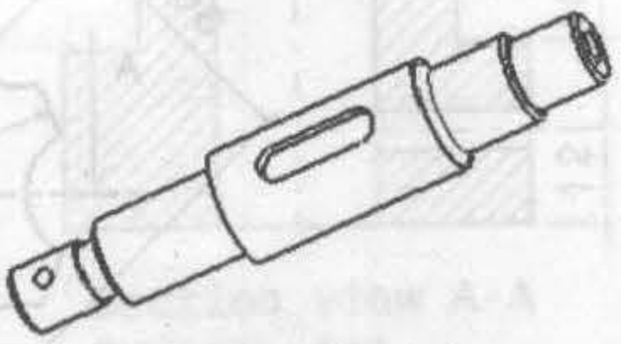


Isometric view
Scale: 3:4

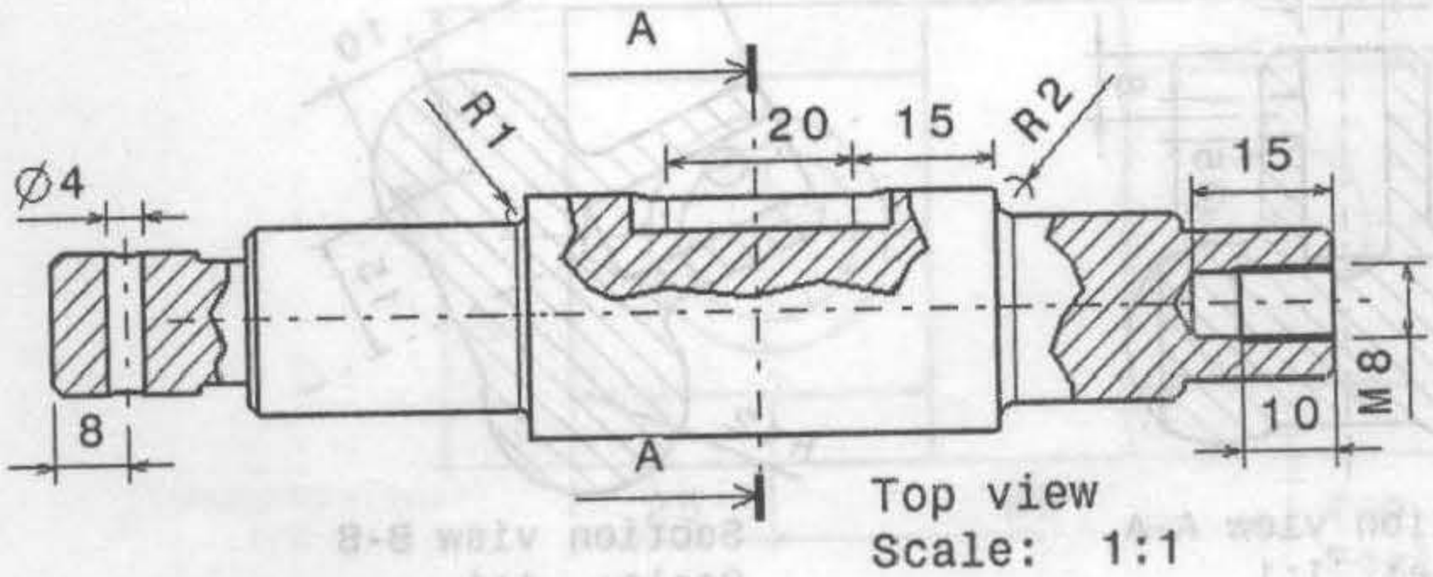
Aplicația 4



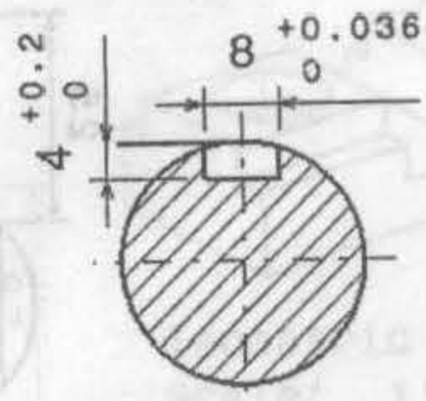
Front view
Scale: 1:1



Isometric view
Scale: 1:2

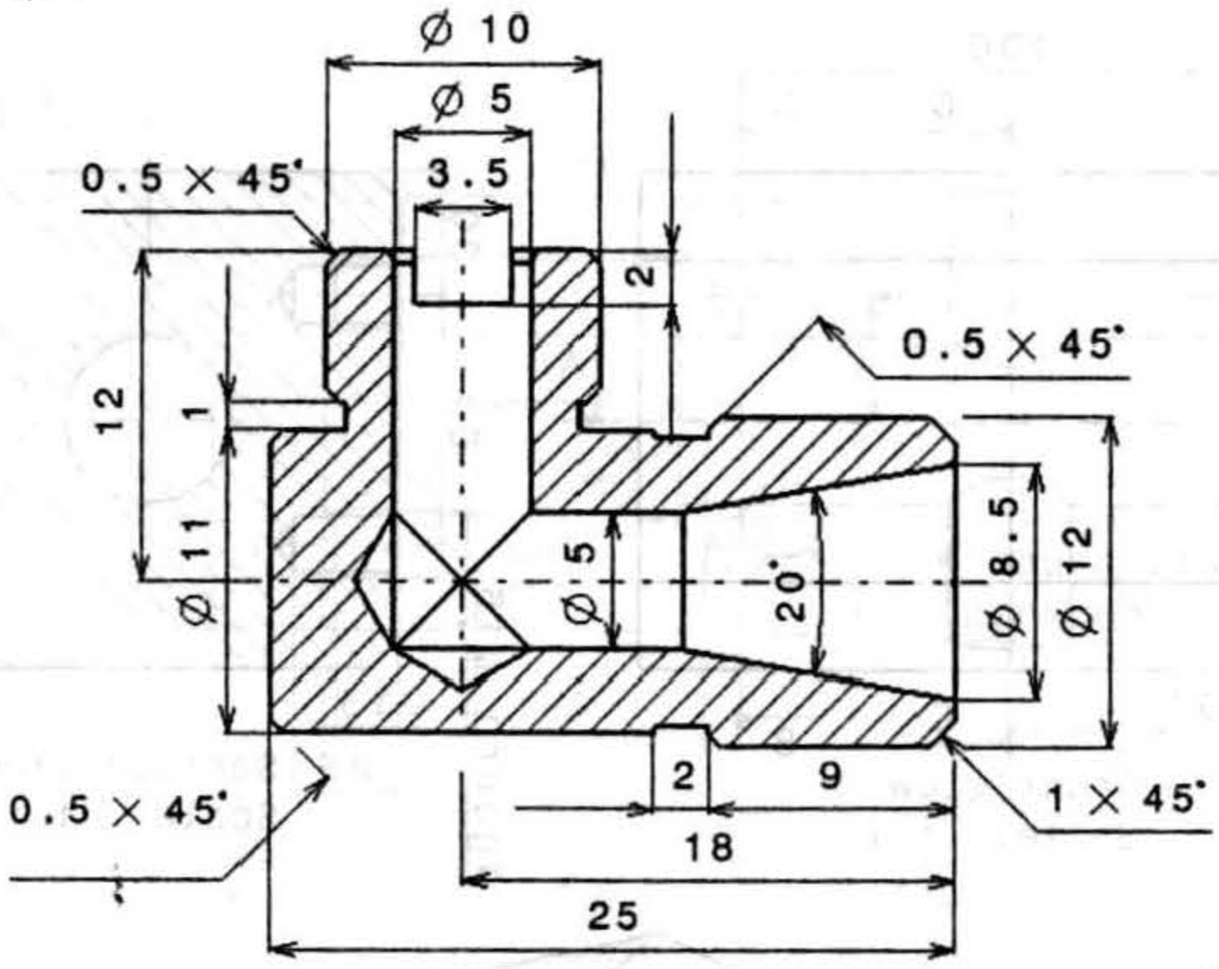


Top view
Scale: 1:1

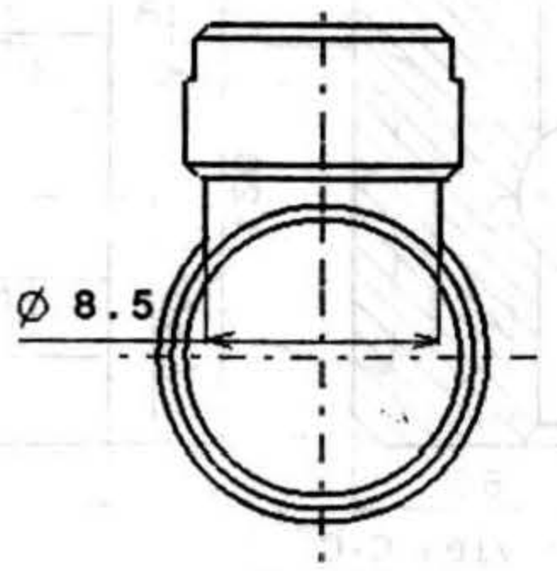


Section view A-A
Scale: 1:1

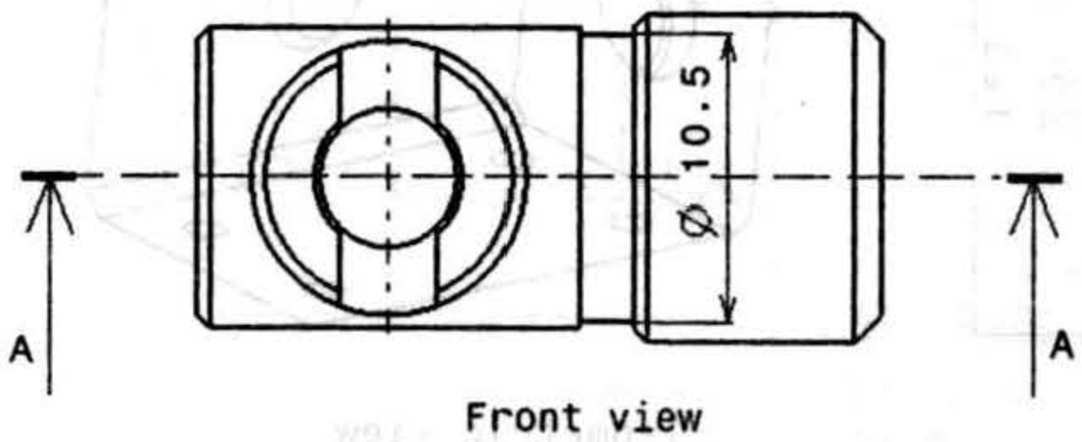
Aplicația 5



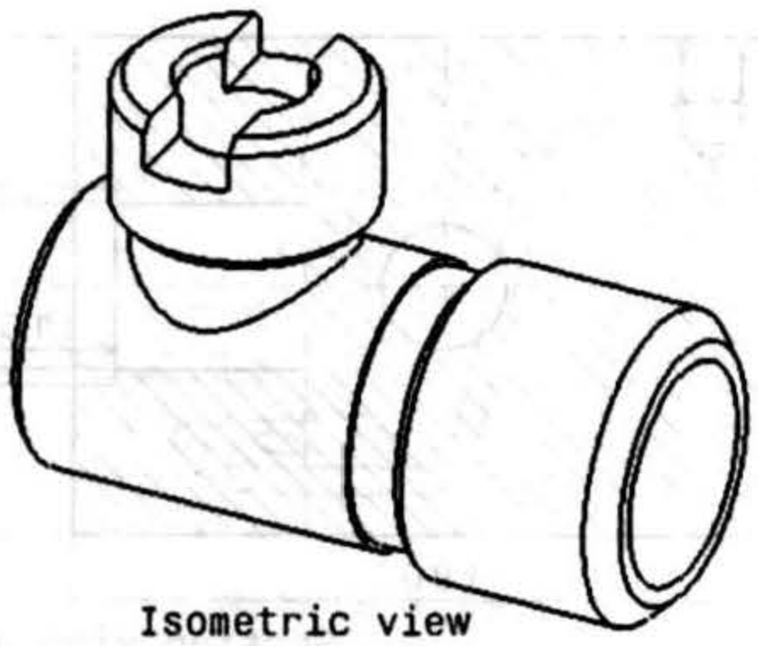
Section view A-A
Scale: 1:1



Auxiliary view B
Scale: 1:1

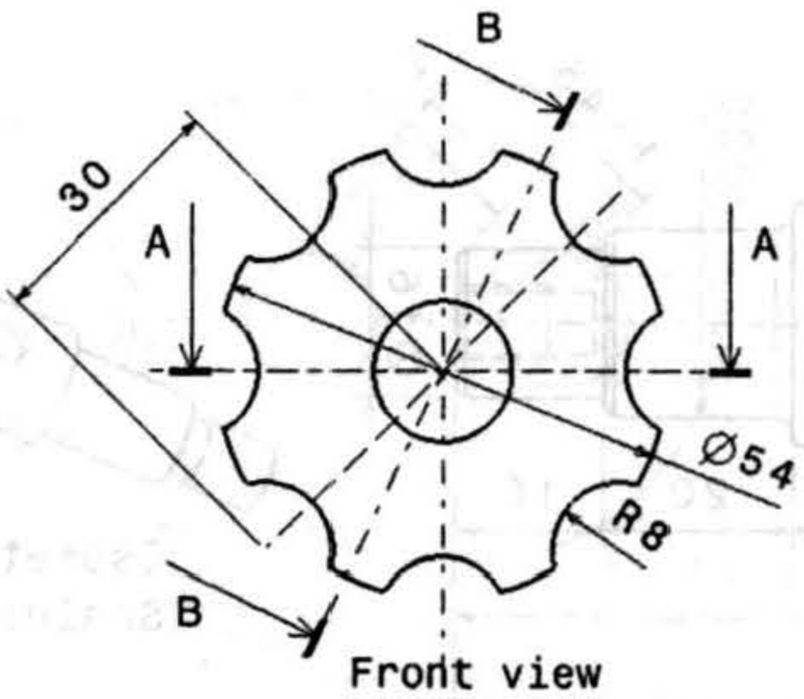


Front view
Scale: 1:1

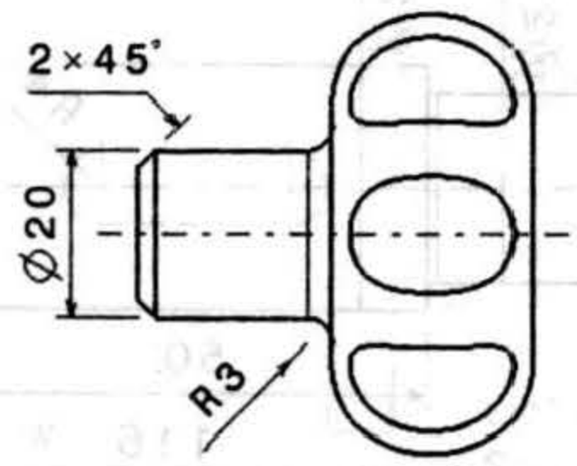


Isometric view
Scale: 1:1

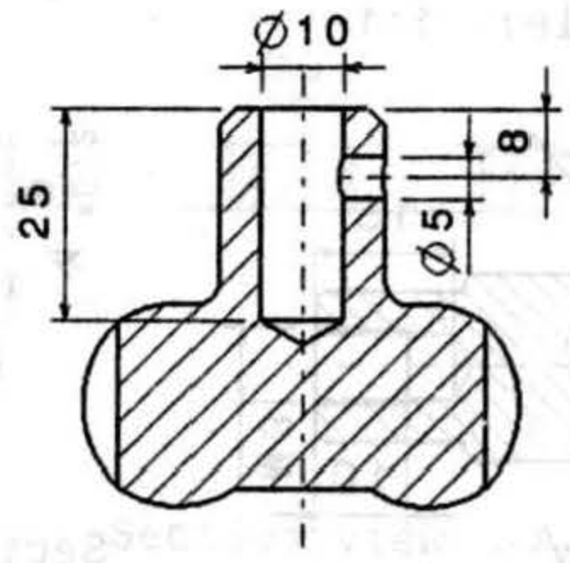
Aplicația 6



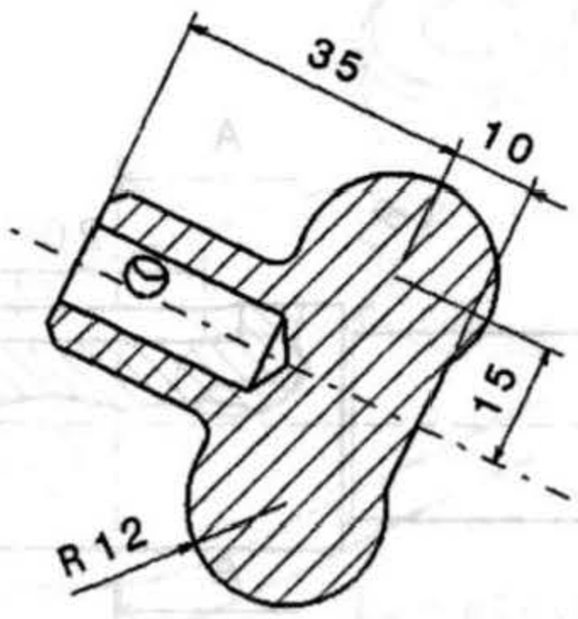
Front view
Scale: 1:1



Left view
Scale: 1:1

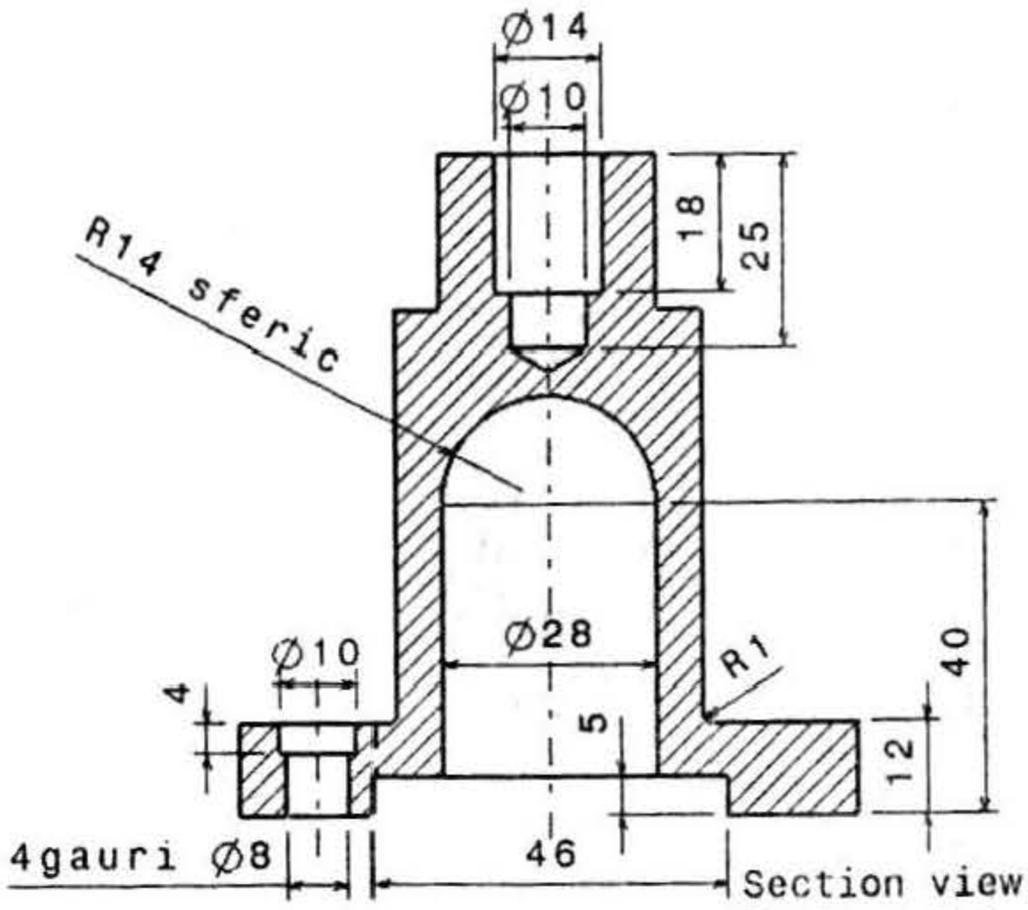


Section view A-A
Scale: 1:1

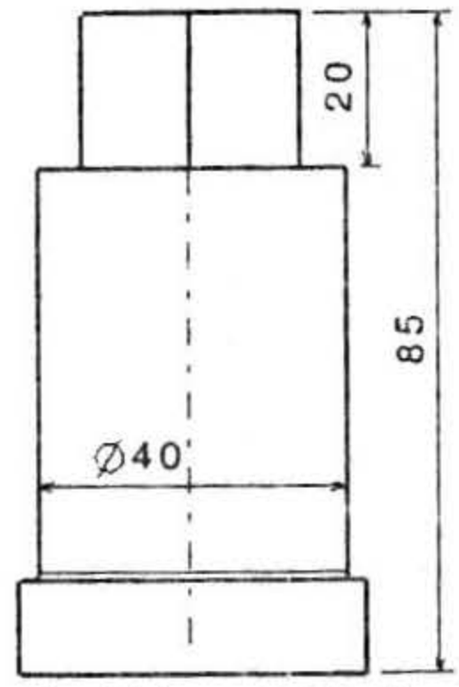


Section view B-B
Scale: 1:1

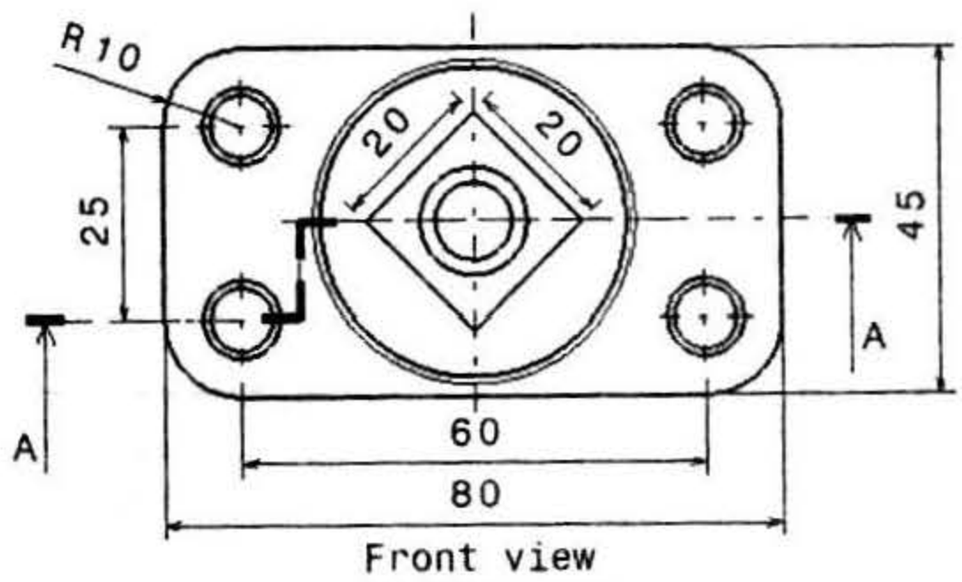
Aplicația 7



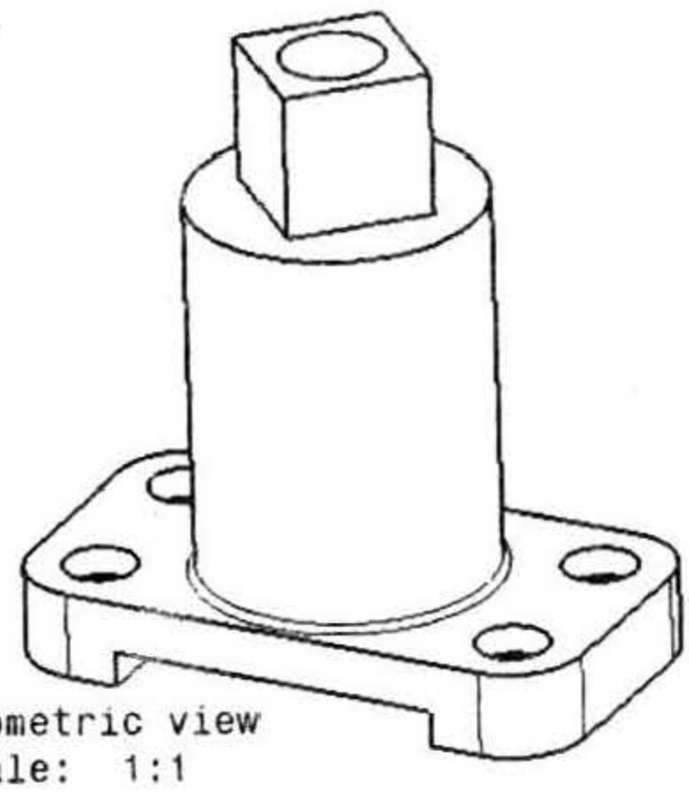
Section view A-A
Scale: 1:1



Auxiliary view B
Scale: 1:1

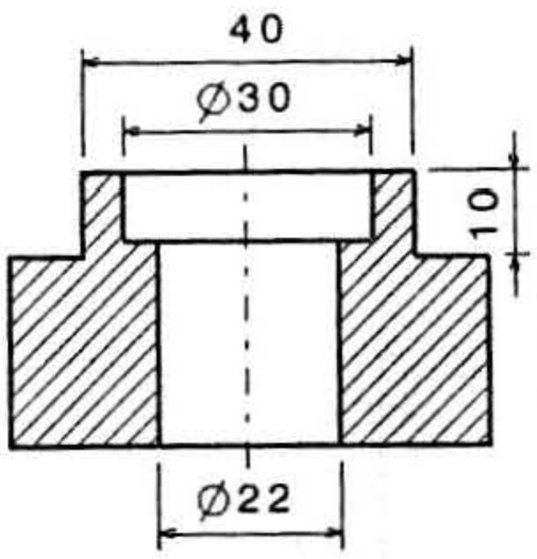


Front view
Scale: 1:1

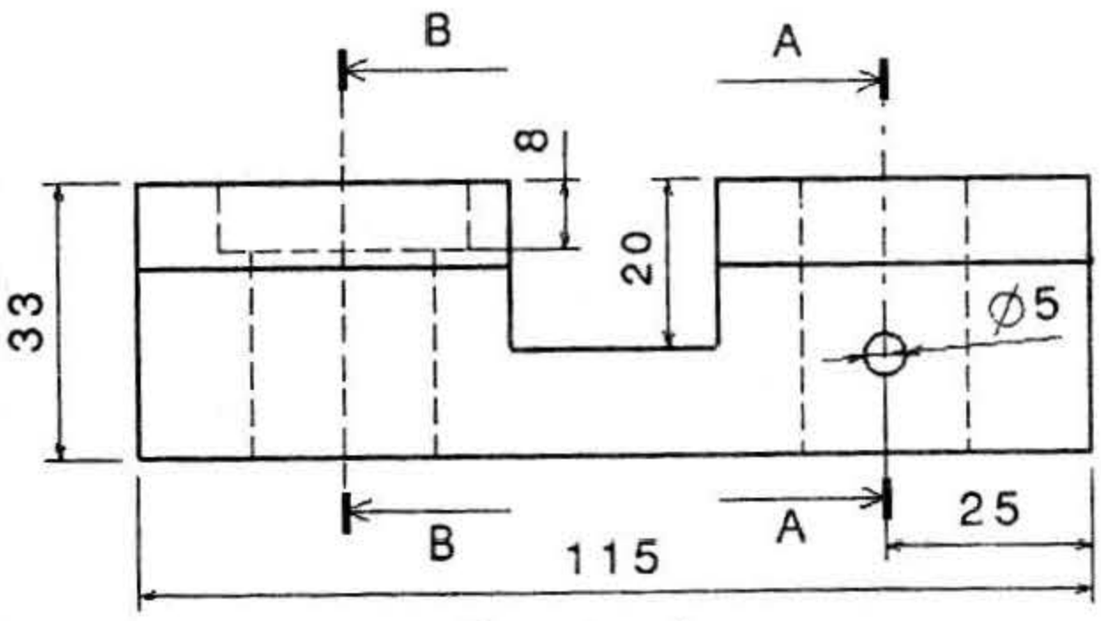


Isometric view
Scale: 1:1

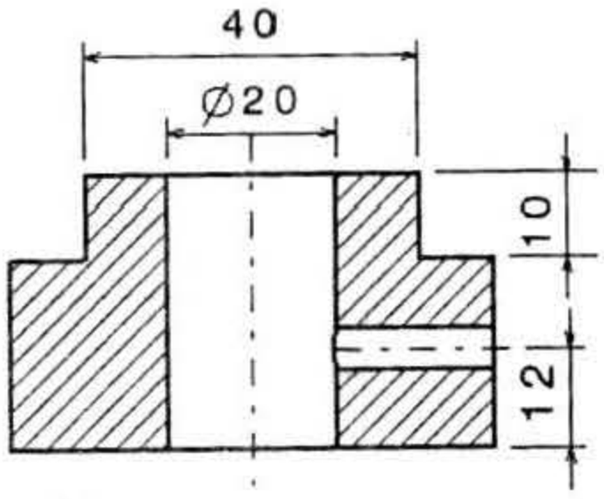
Aplicația 8



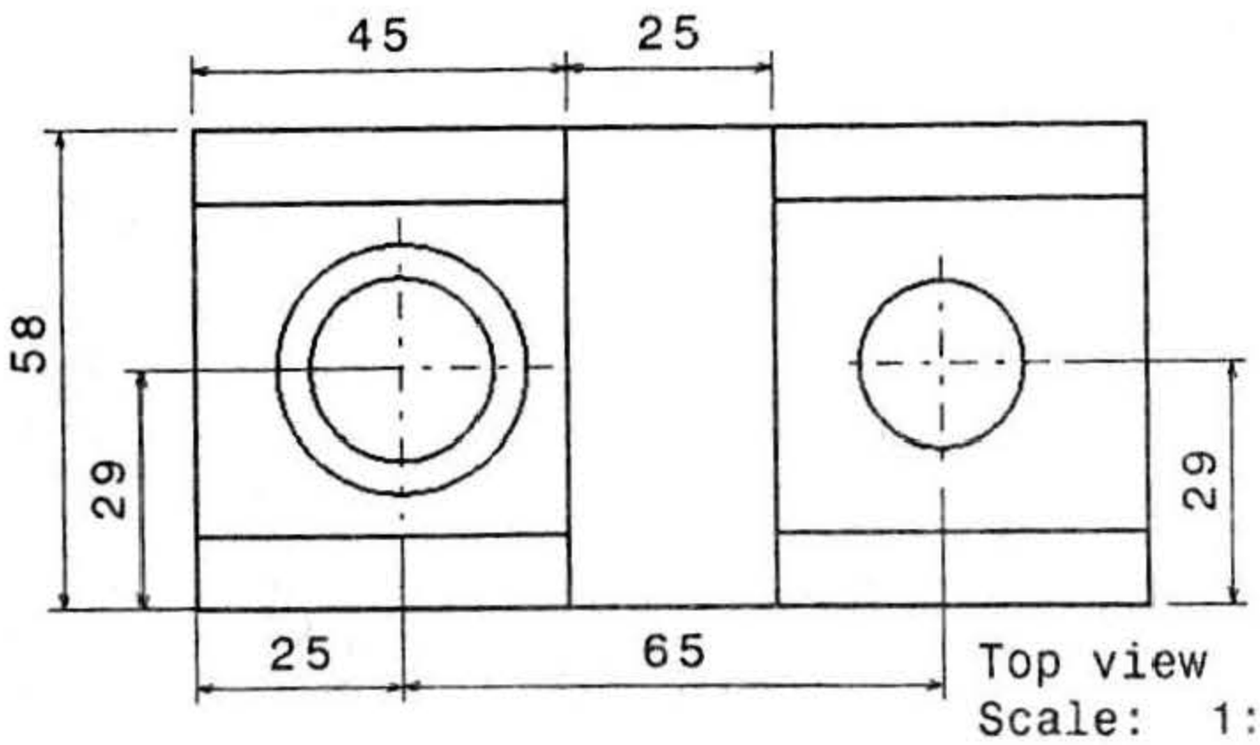
Section view B-B
Scale: 1:1



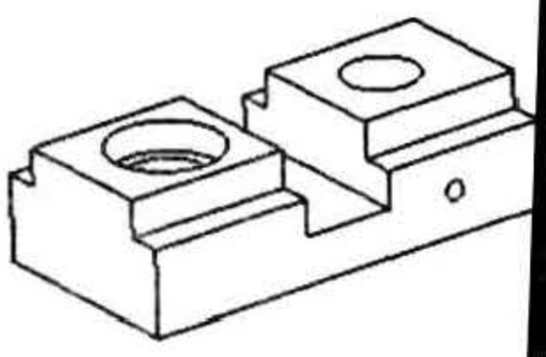
Front view
Scale: 1:1



Section view A-A
Scale: 1:1

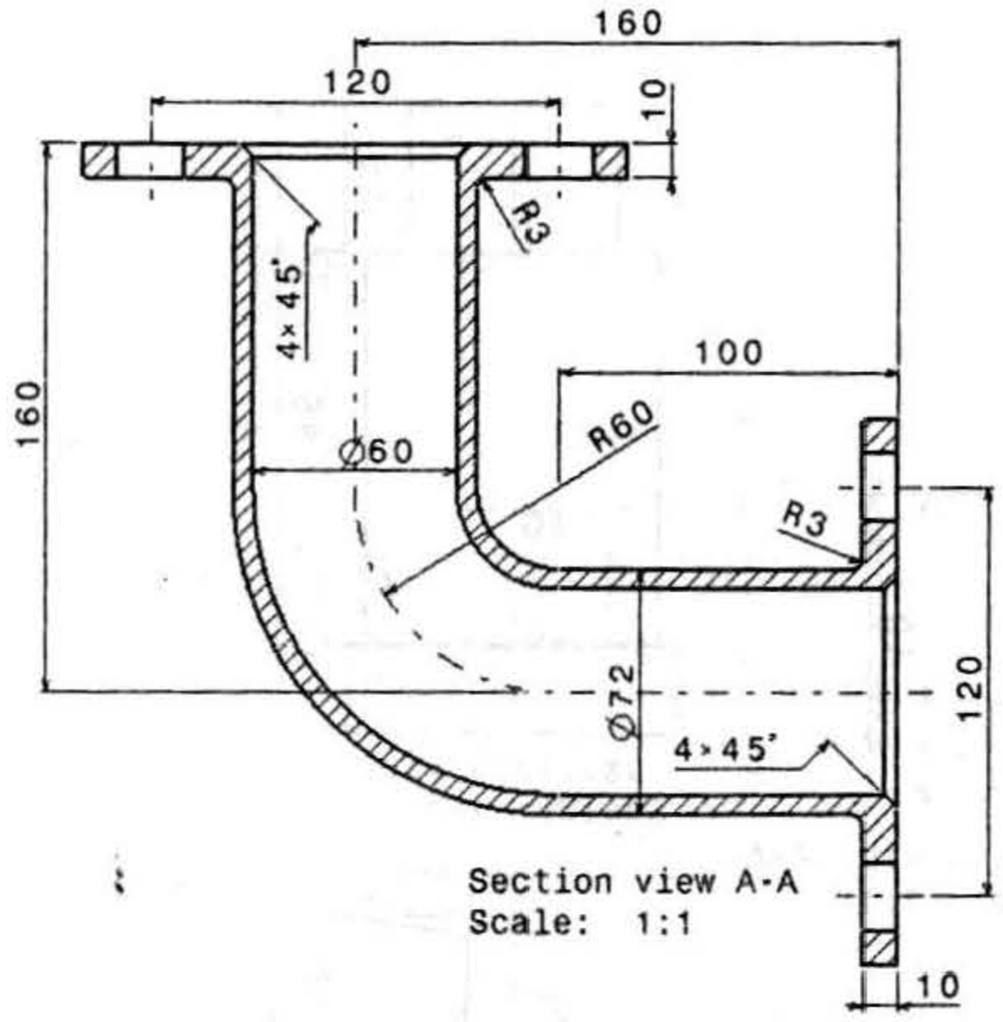


Top view
Scale: 1:1

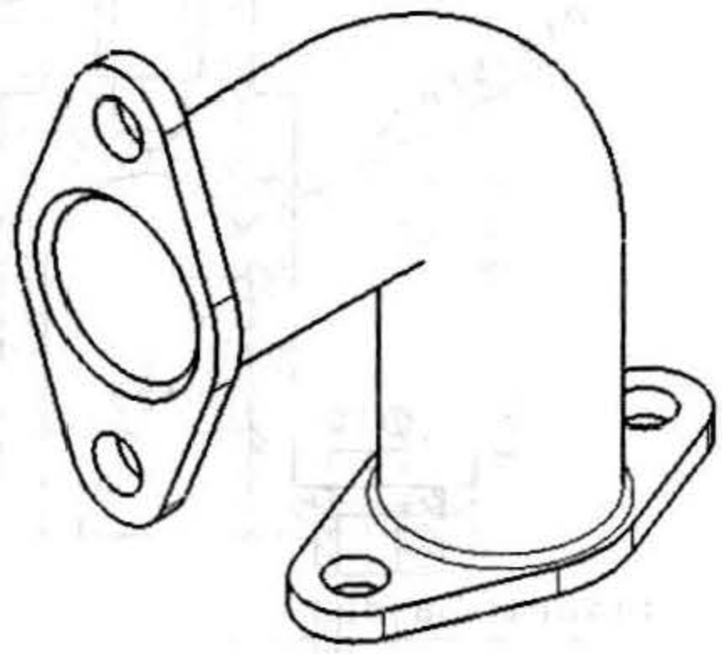


Isometric view
Scale: 1:2

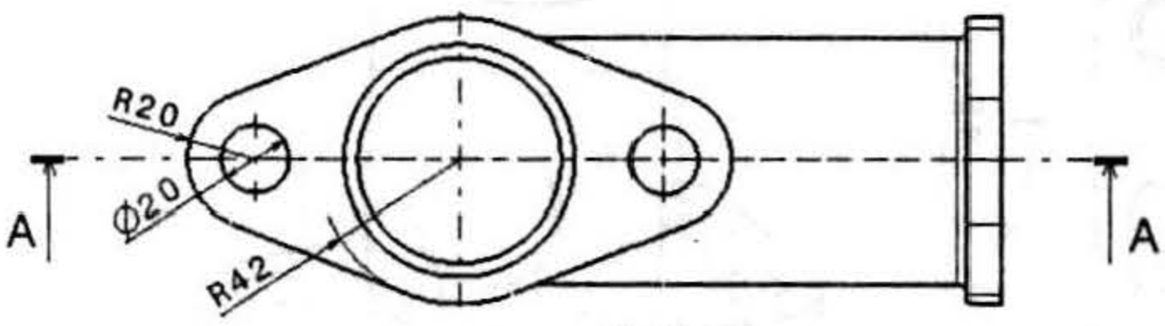
Aplicația 9



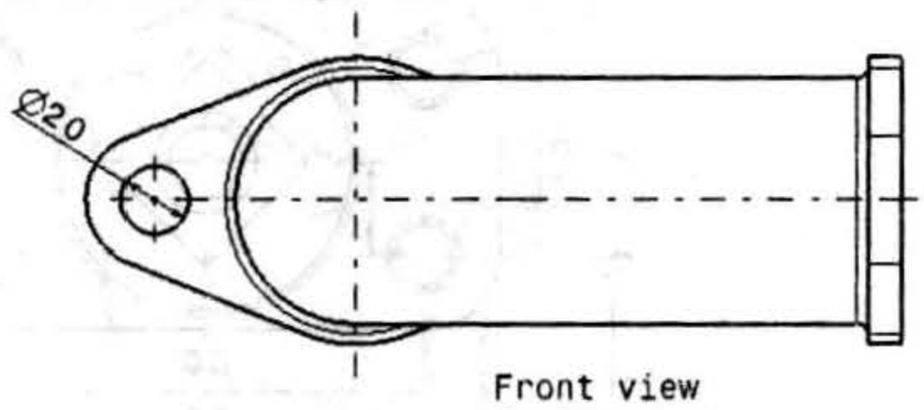
Section view A-A
Scale: 1:1



Isometric view
Scale: 1:1

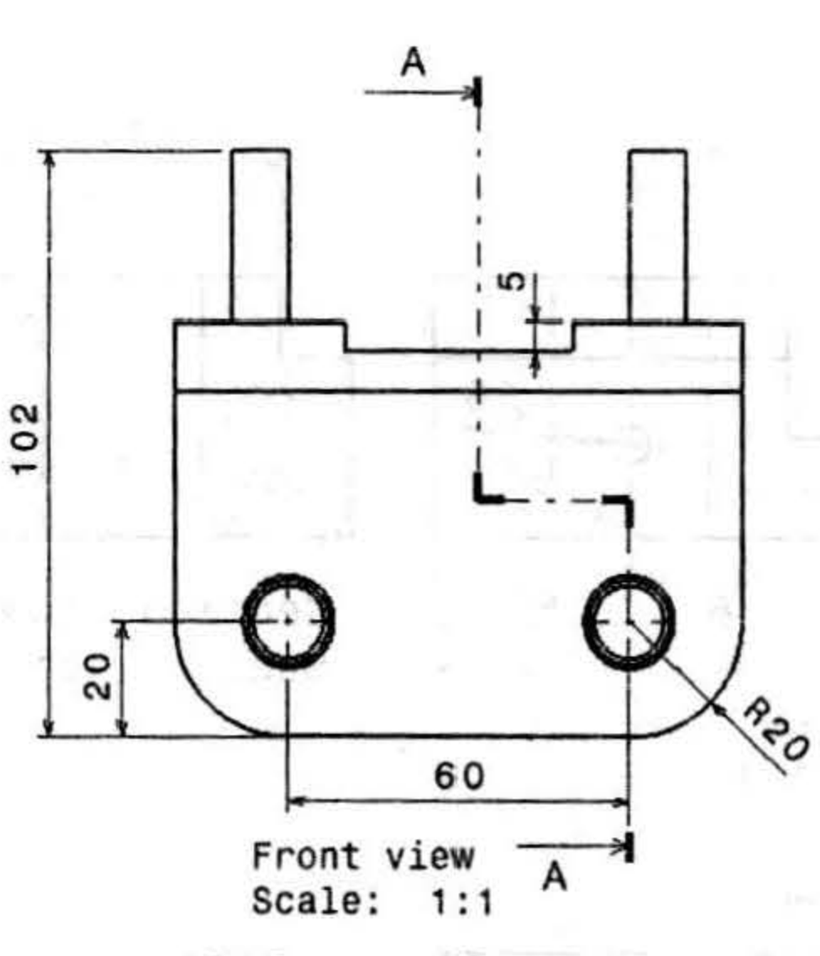


Right view
Scale: 1:1

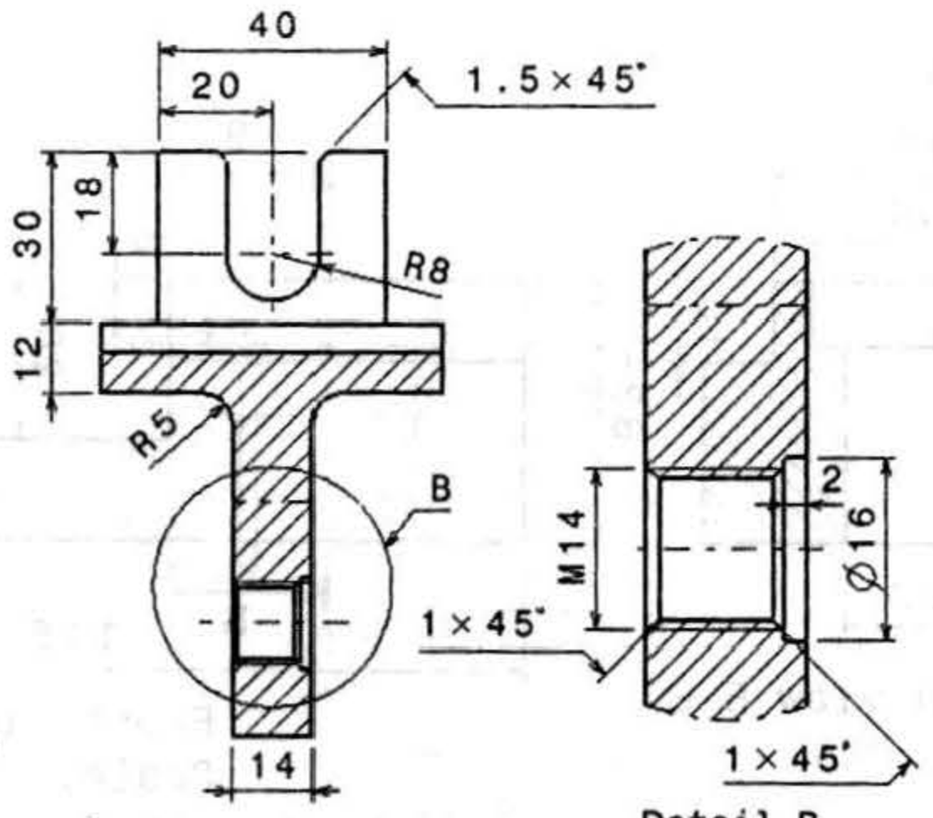


Front view
Scale: 1:1

Aplicația 10

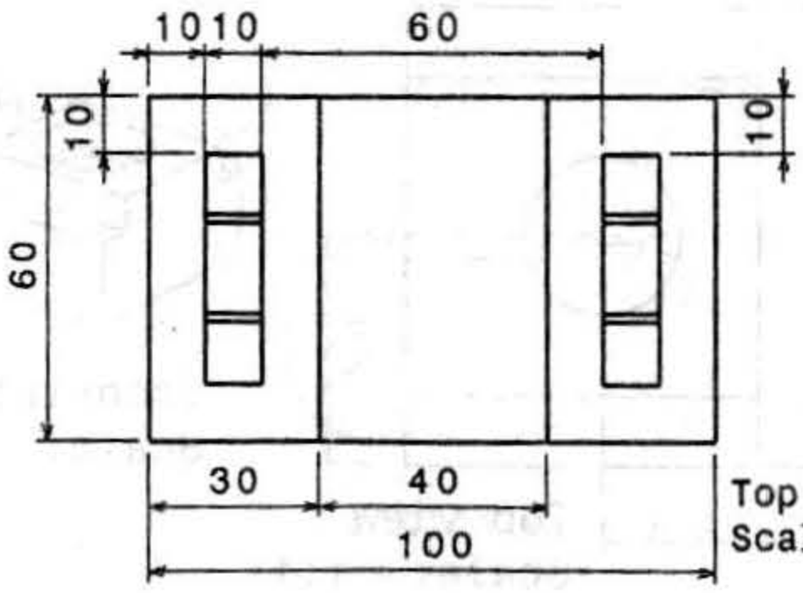


Front view
Scale: 1:1

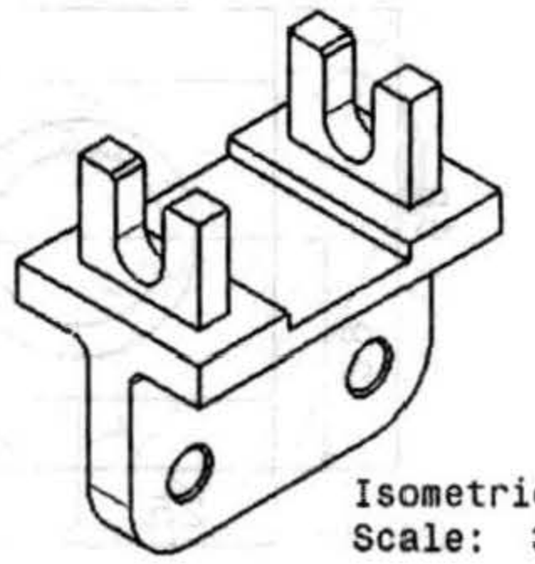


Section view A-A
Scale: 1:1

Detail B
Scale: 2:1

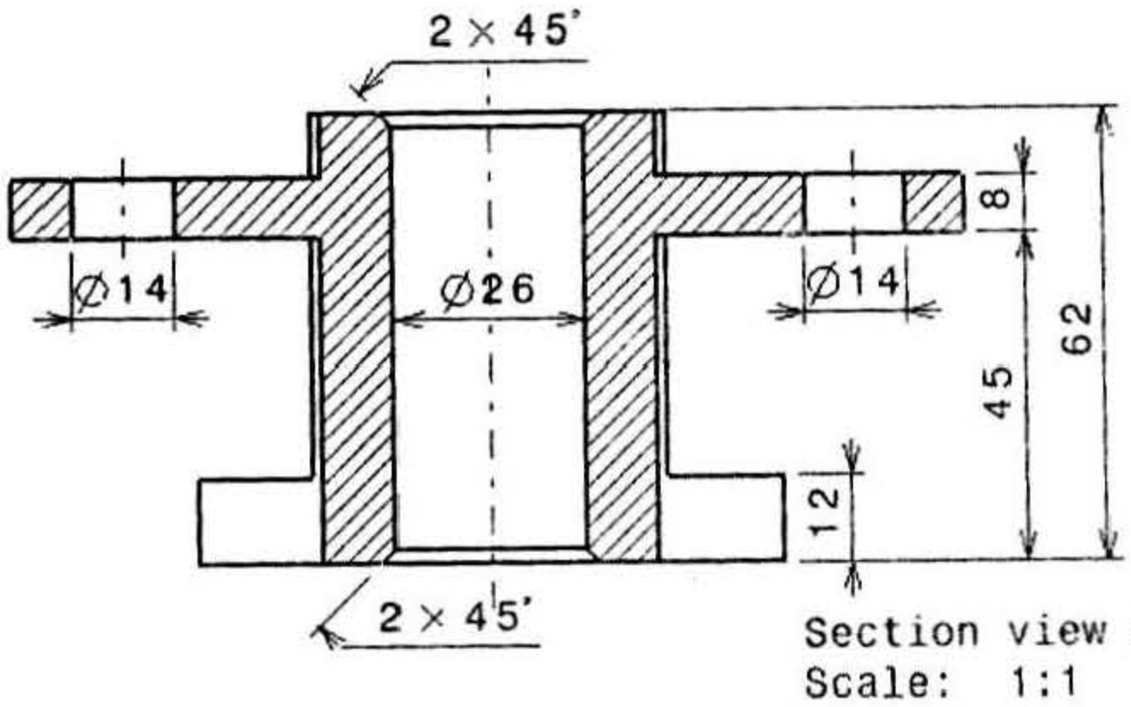


Top view
Scale: 1:1

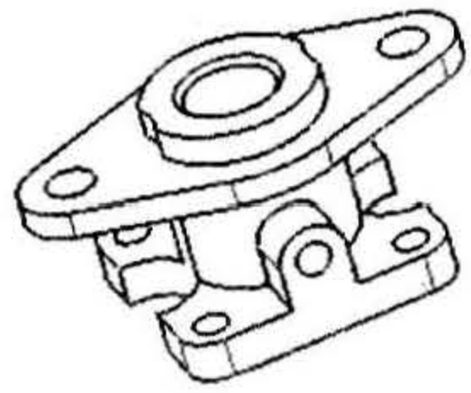


Isometric view
Scale: 3:4

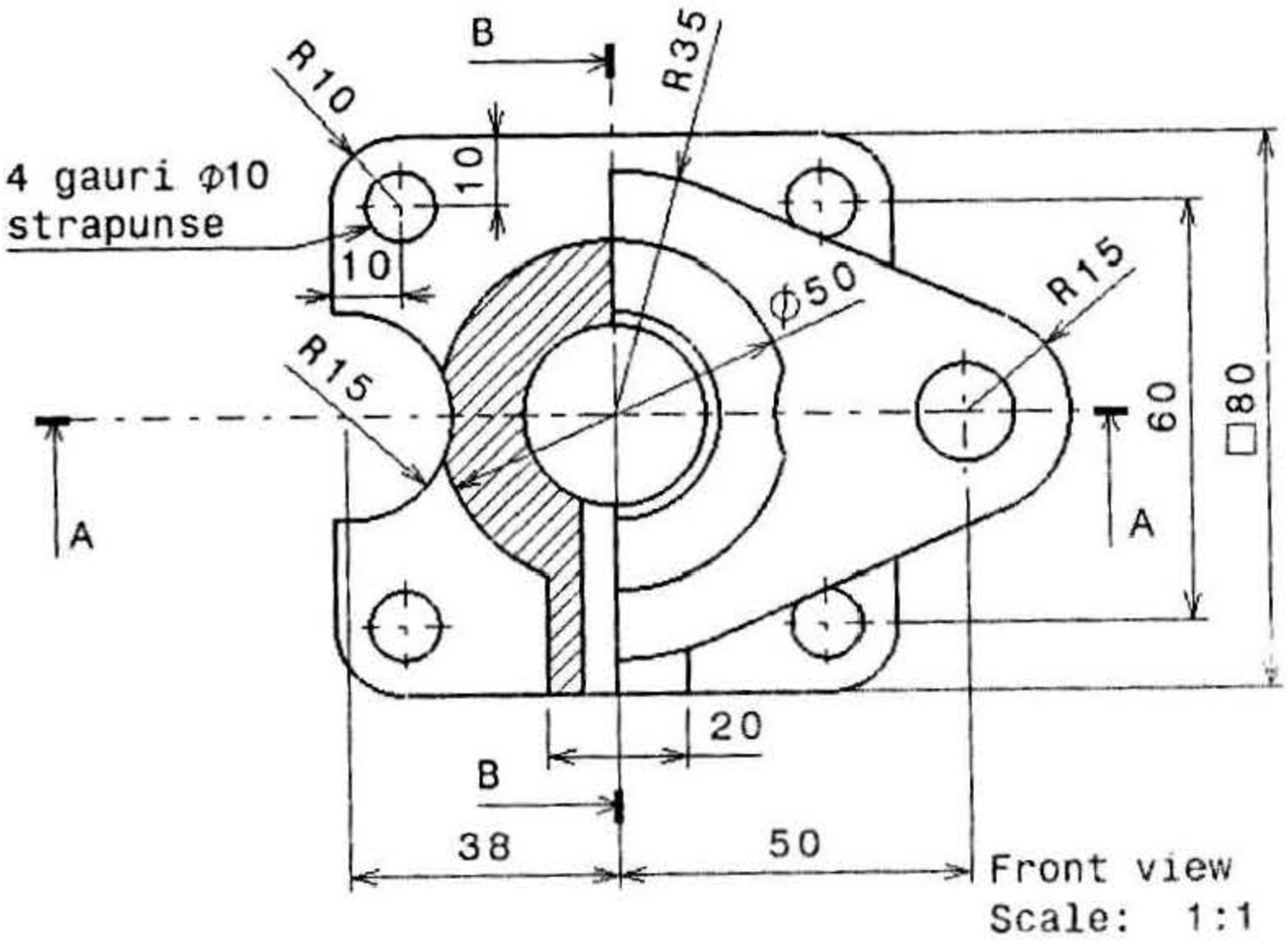
Aplicația 11



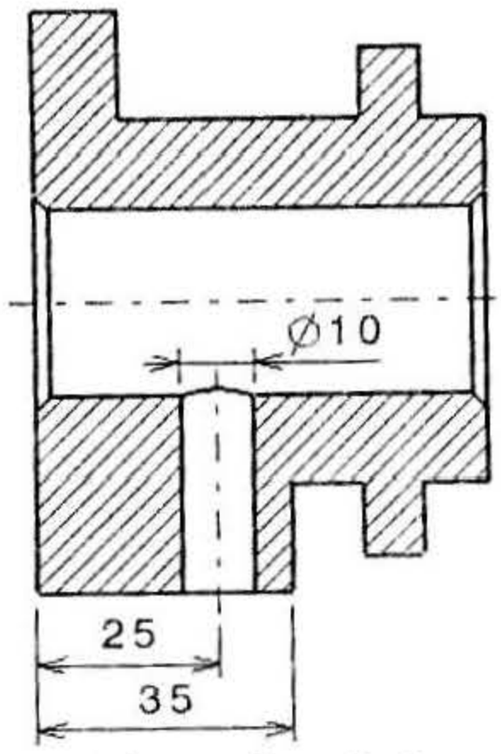
Section view A-A
Scale: 1:1



Isometric view
Scale: 1:2

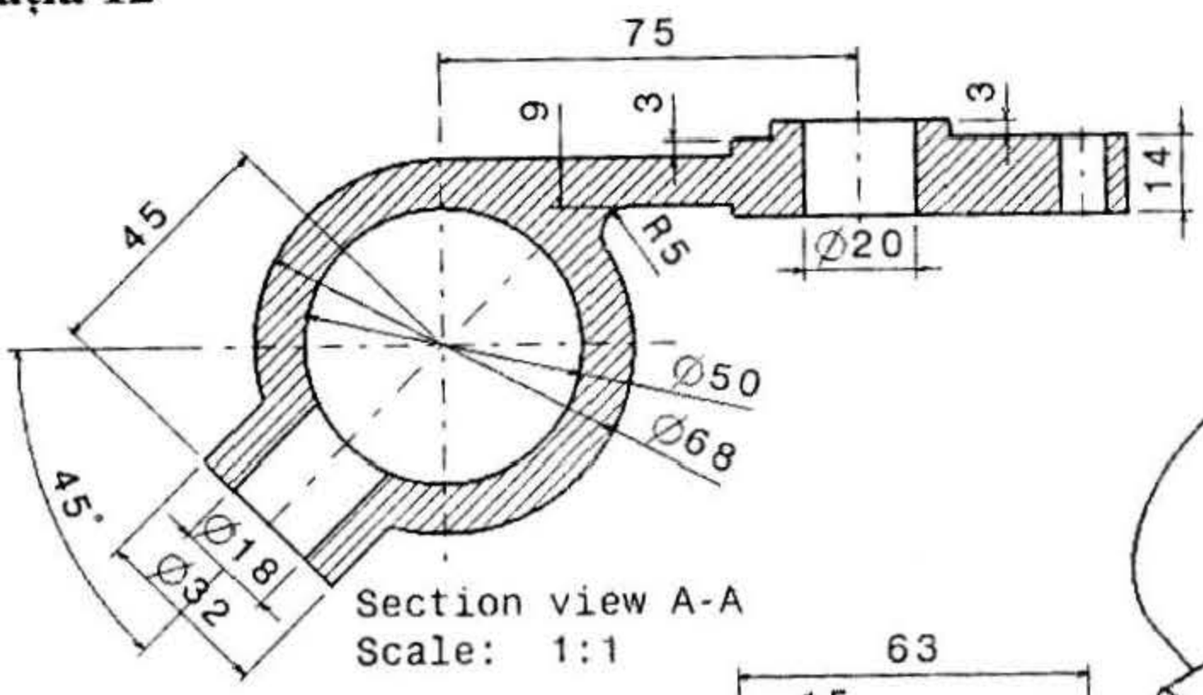


Front view
Scale: 1:1

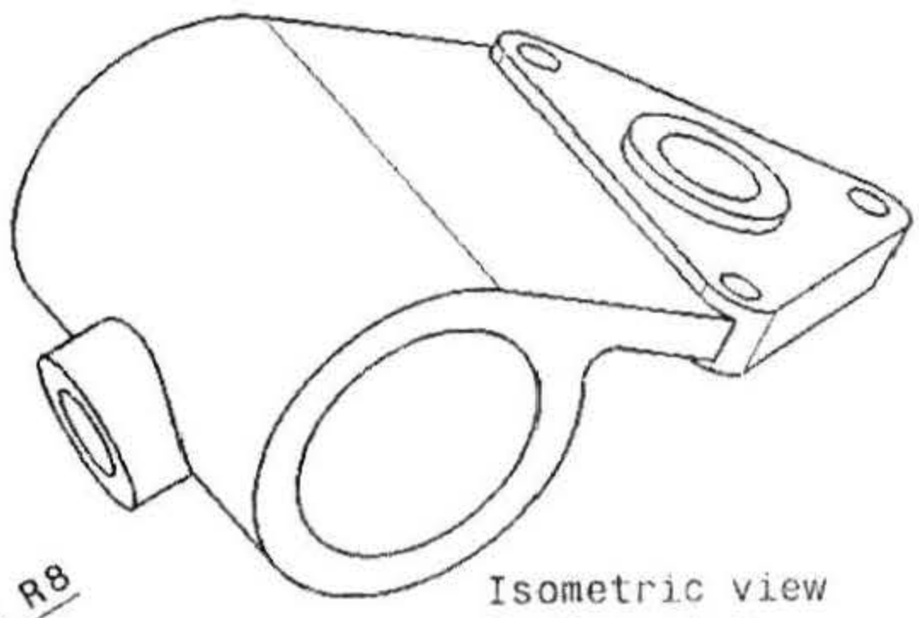


Section view B-B
Scale: 1:1

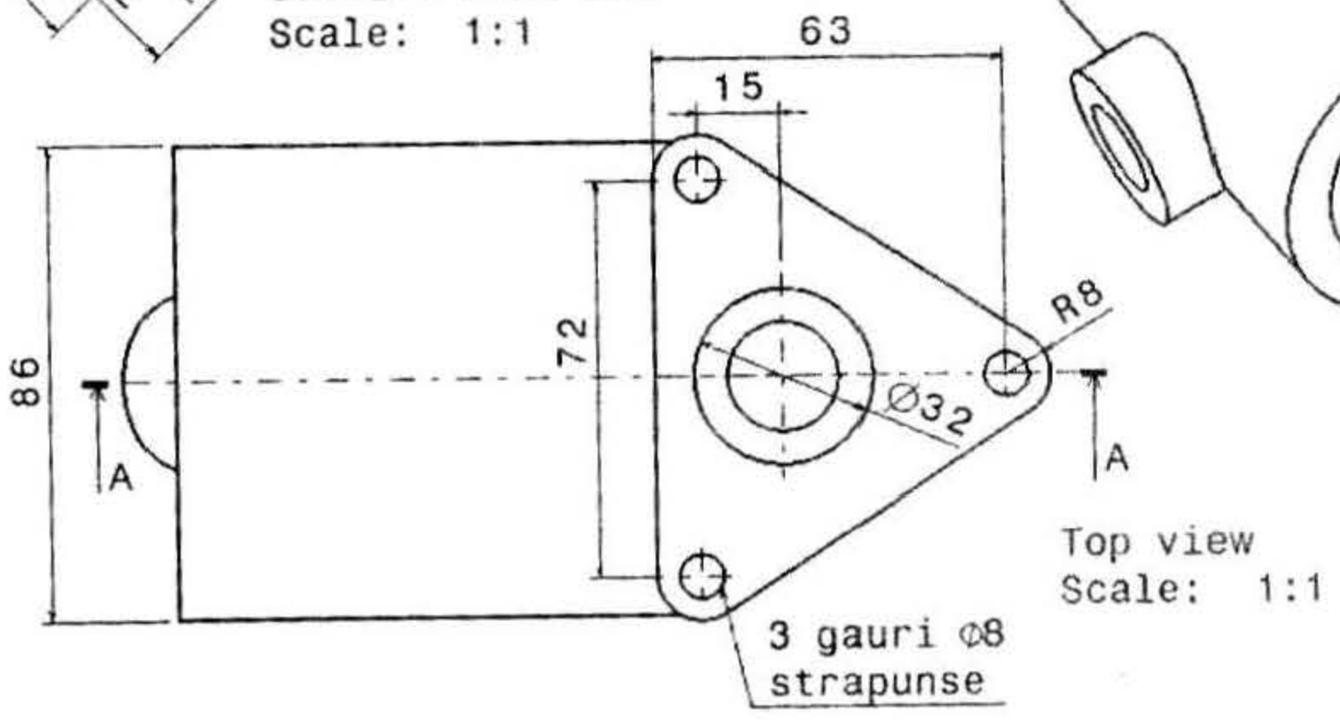
Aplicația 12



Section view A-A
Scale: 1:1

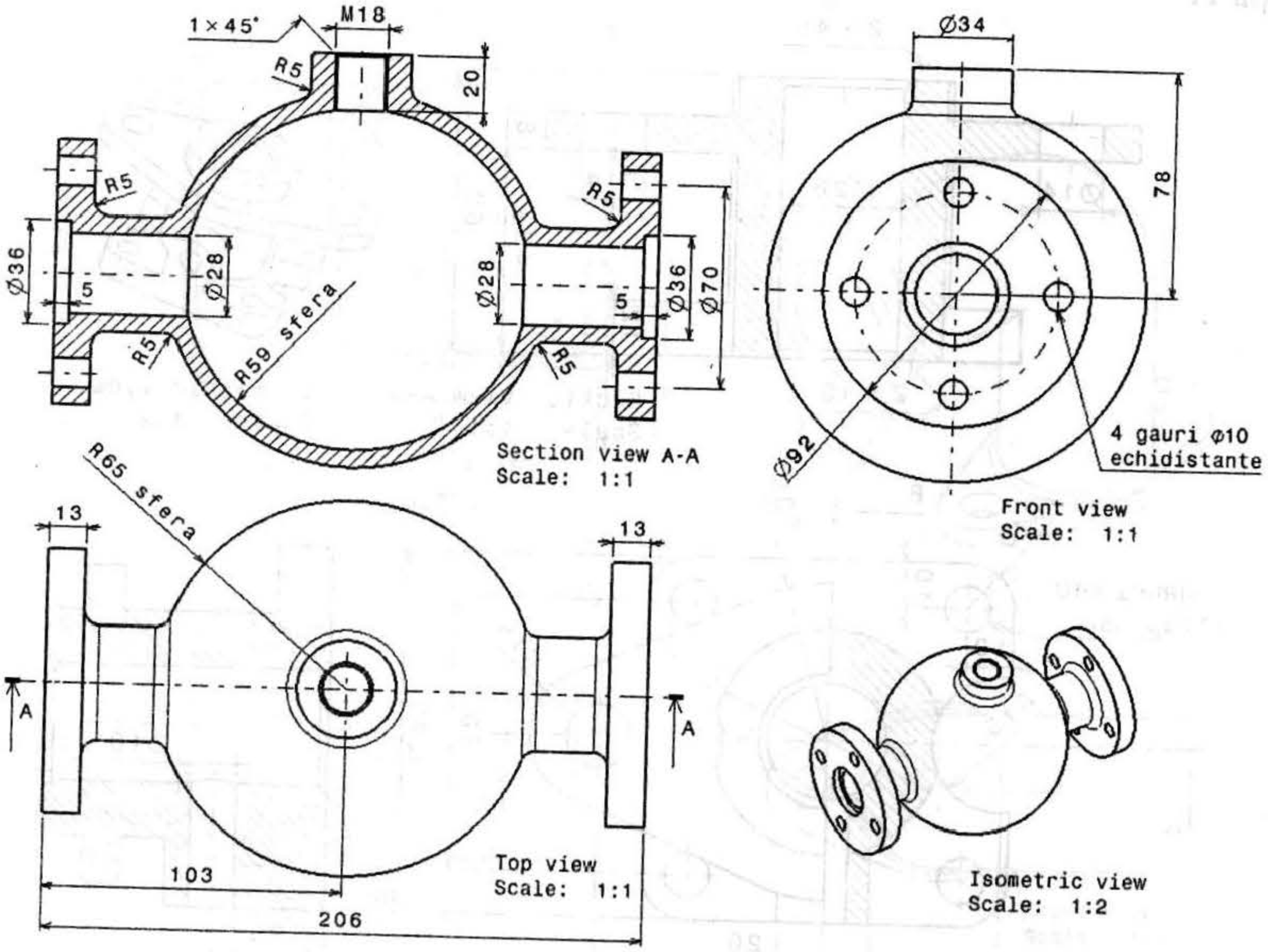


Isometric view
Scale: 1:1

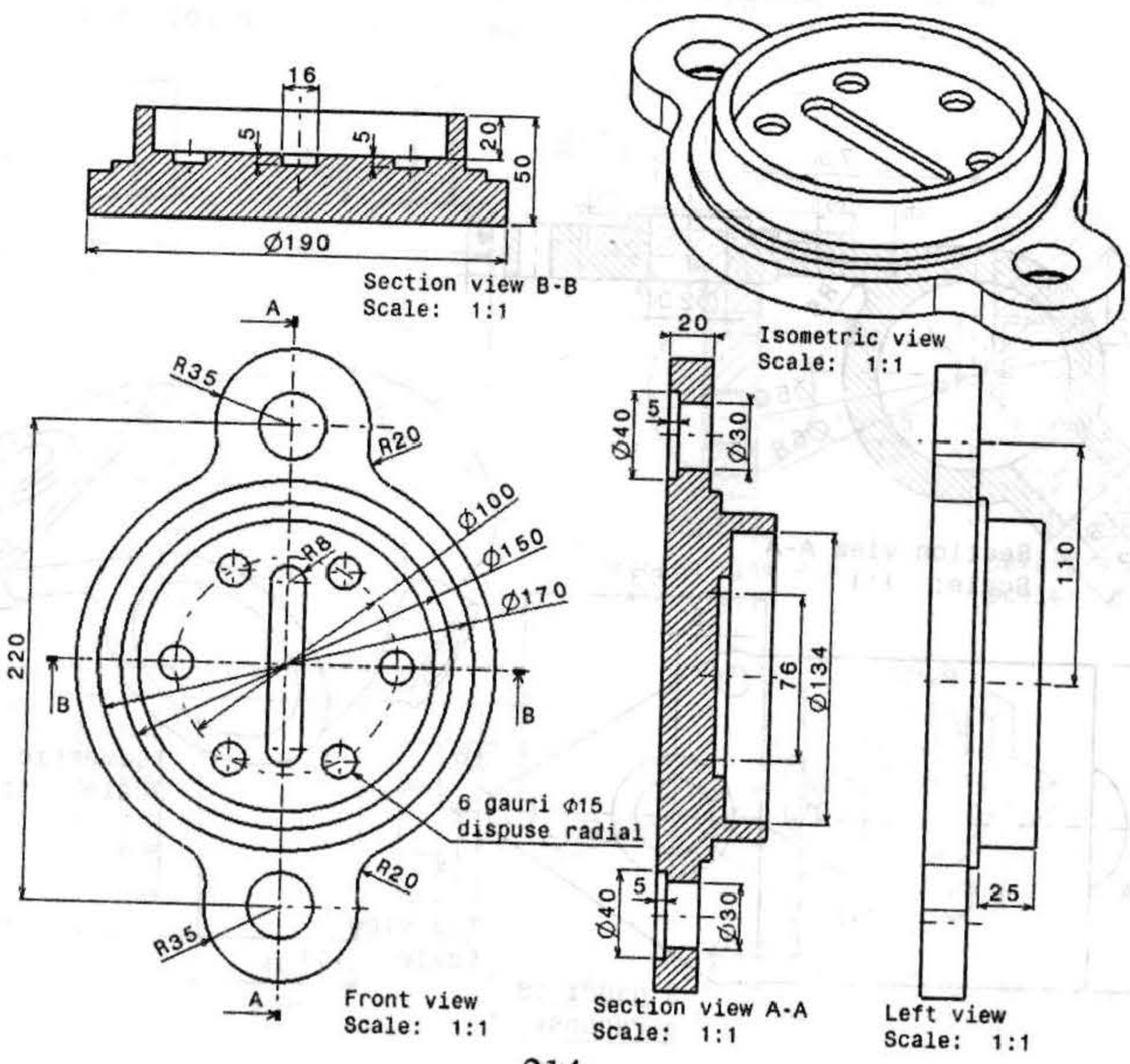


Top view
Scale: 1:1

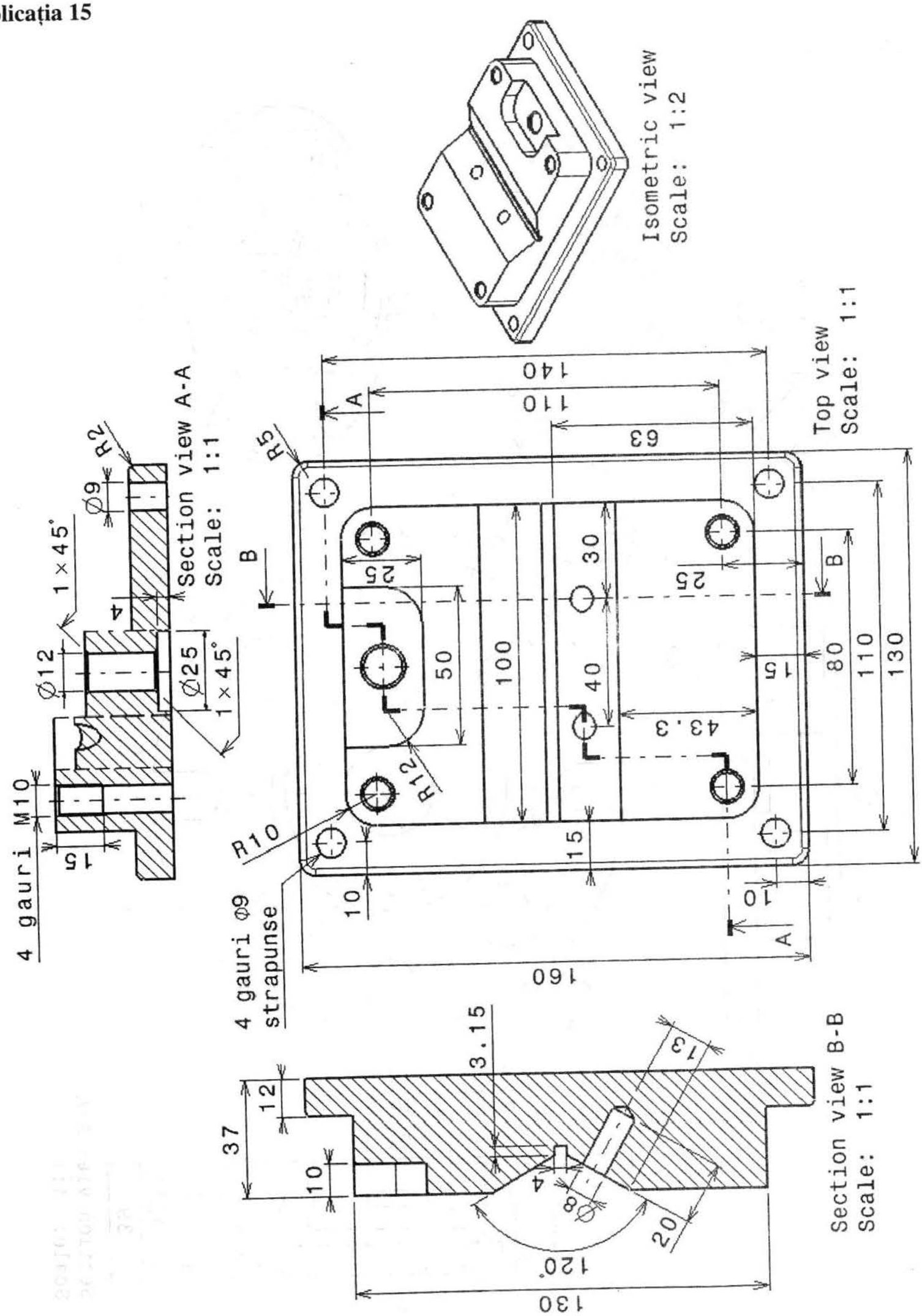
Aplicația 13



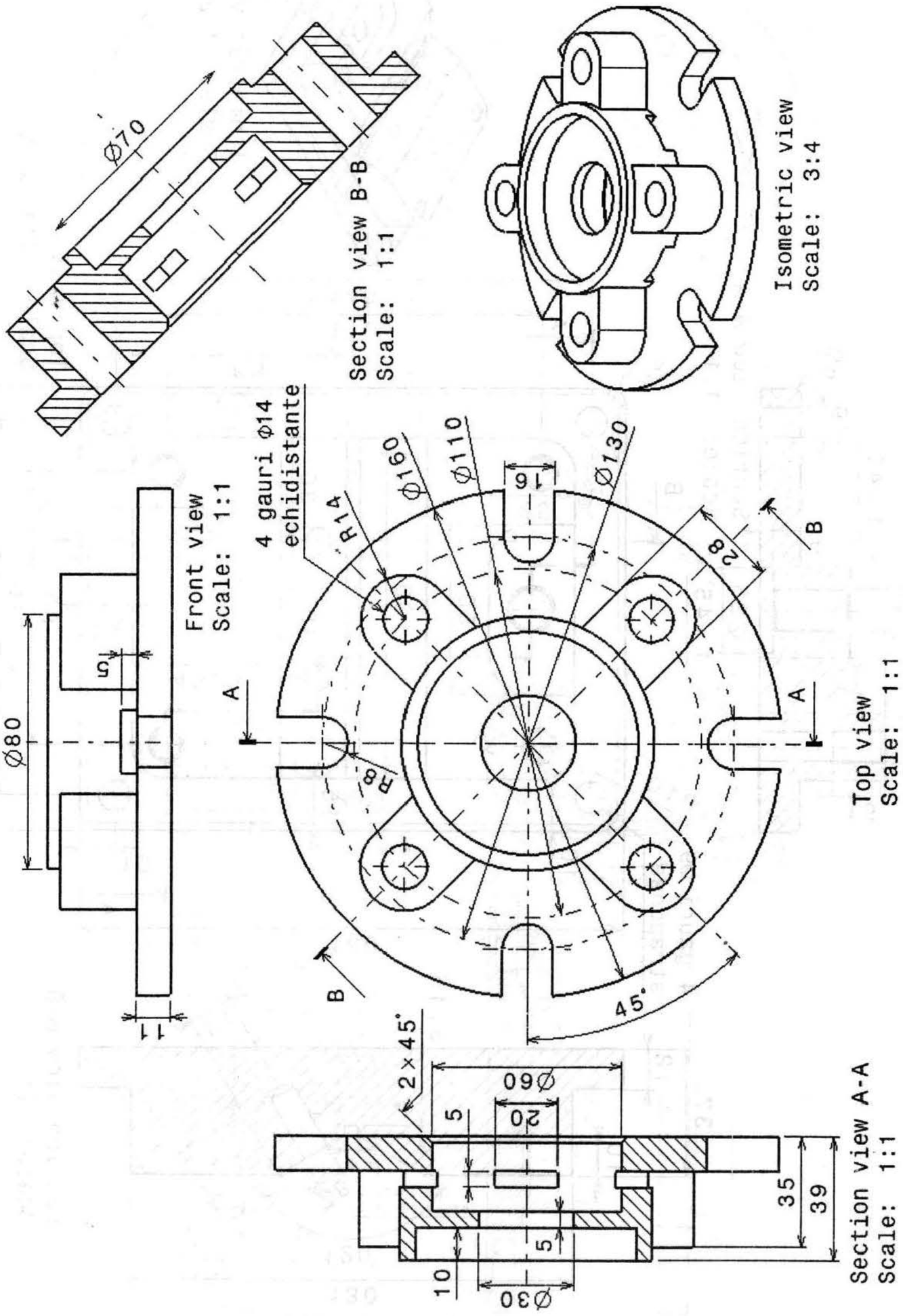
Aplicația 14



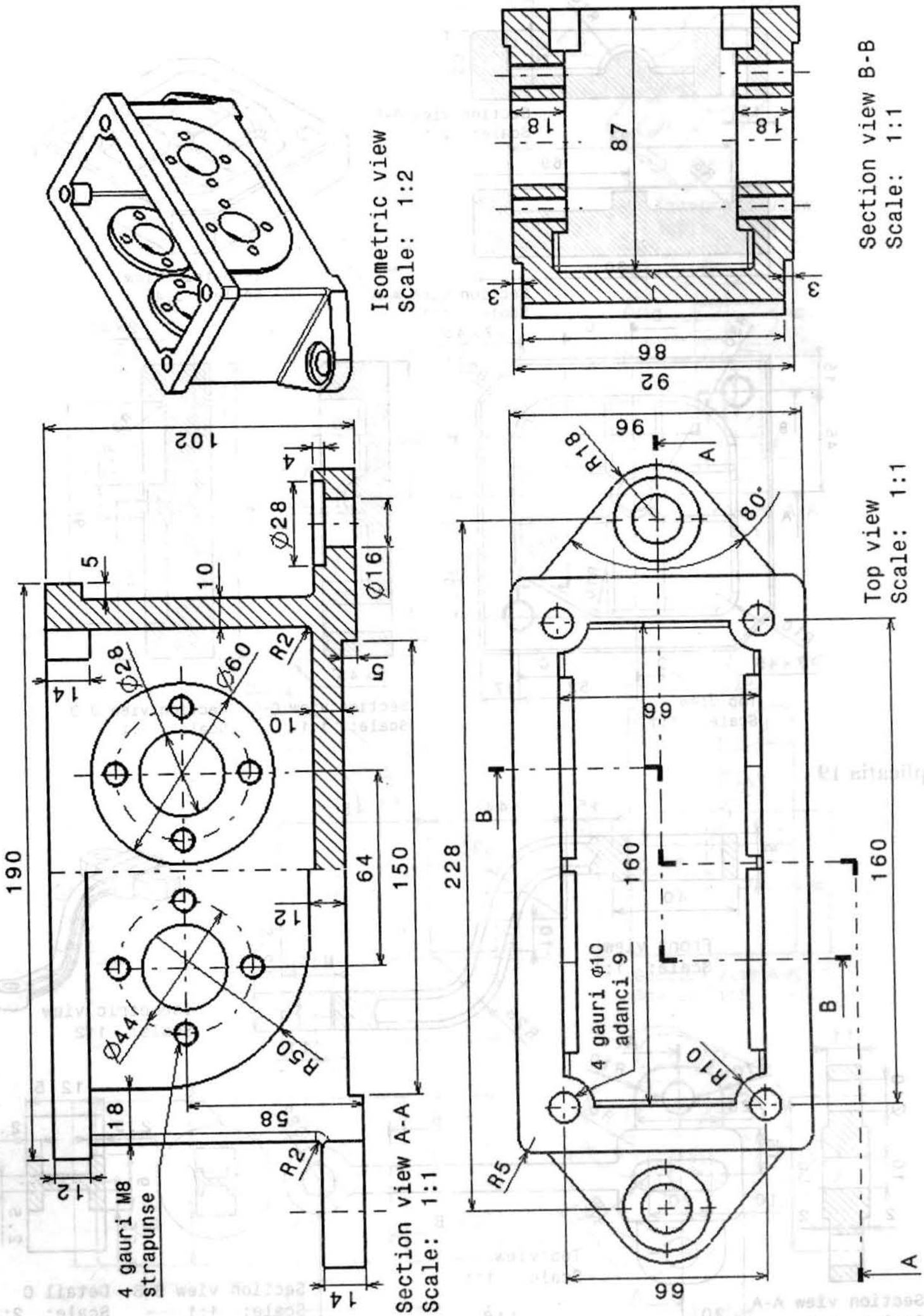
Aplicația 15



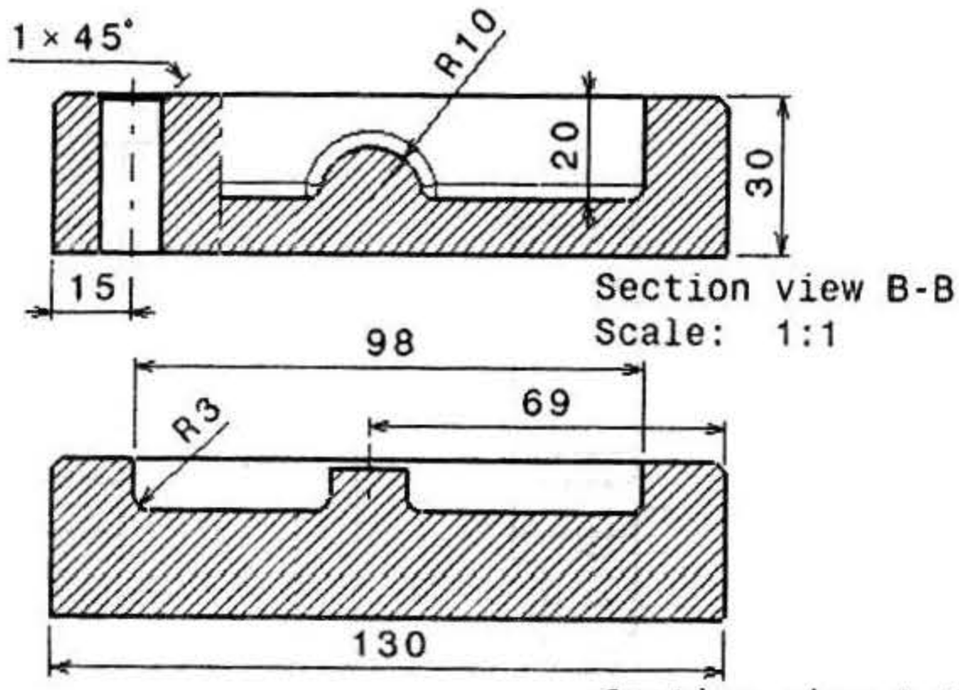
Aplicația 16

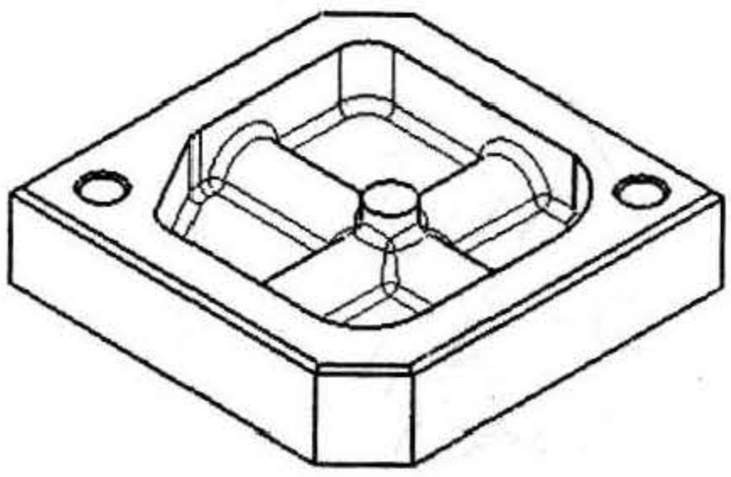


Aplicația 17



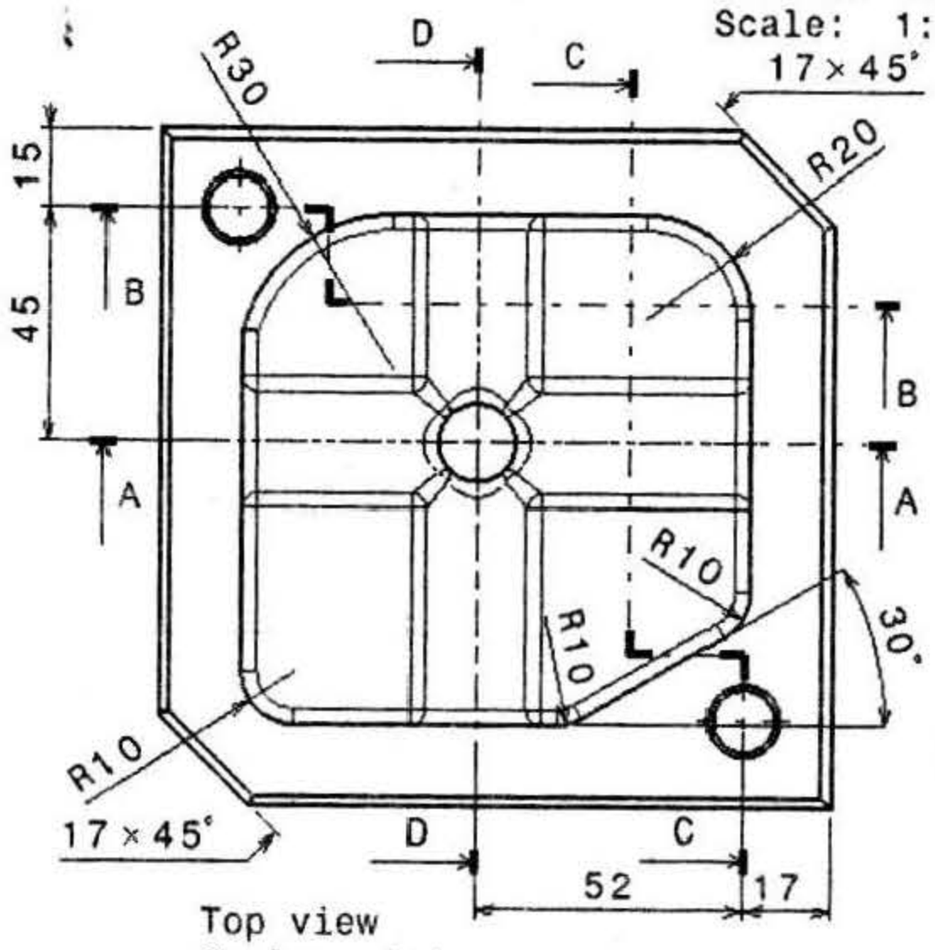
Aplicația 18



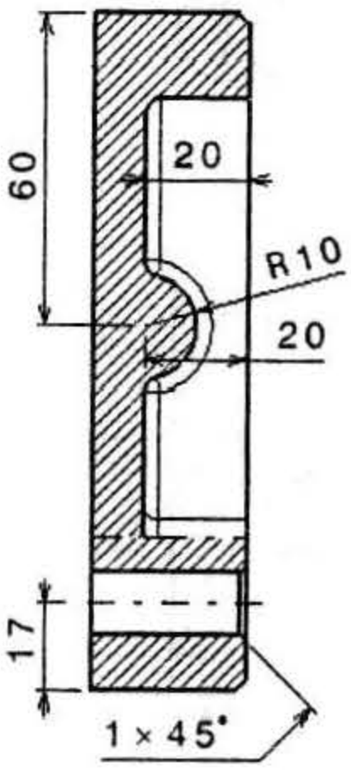


Isometric view
Scale: 3:4

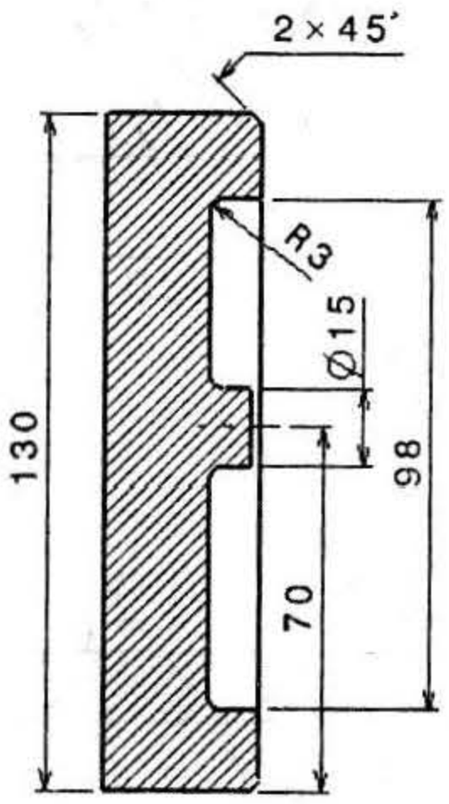
Section view A-A
Scale: 1:1



Top view
Scale: 1:1

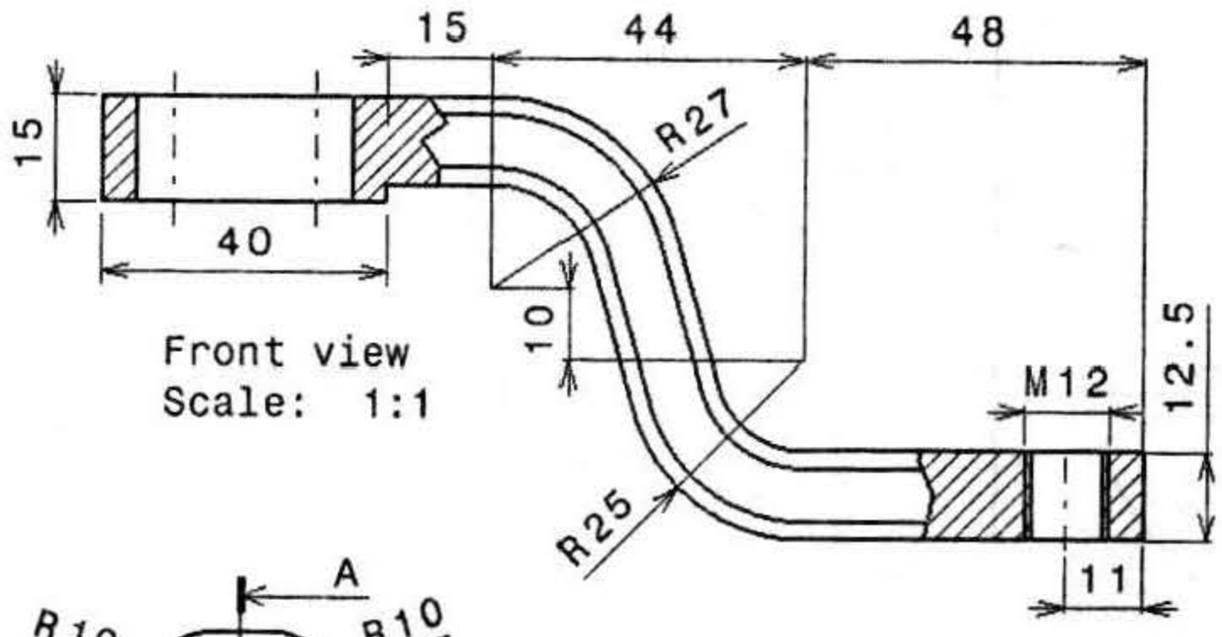


Section view C-C
Scale: 1:1

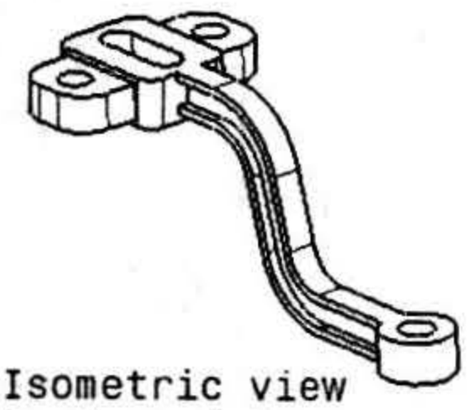


Section view D-D
Scale: 1:1

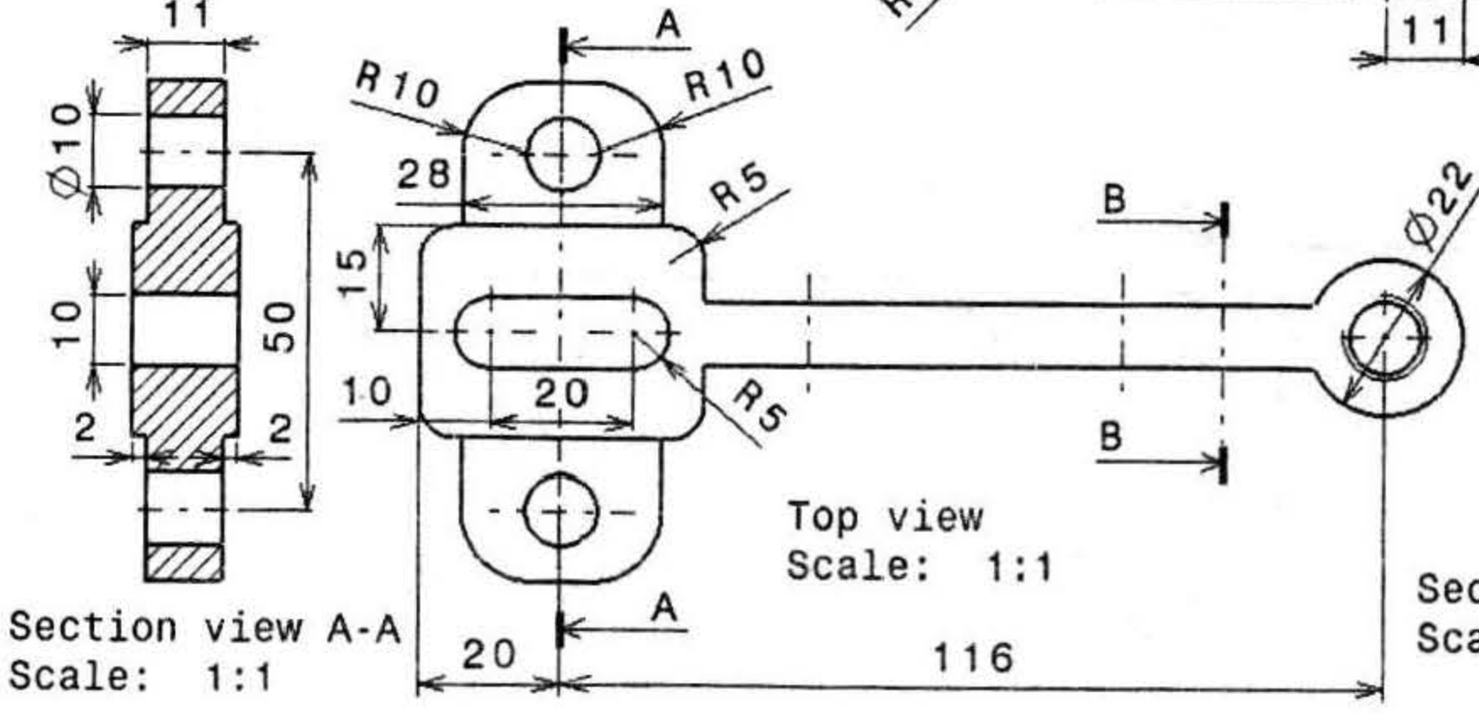
Aplicația 19



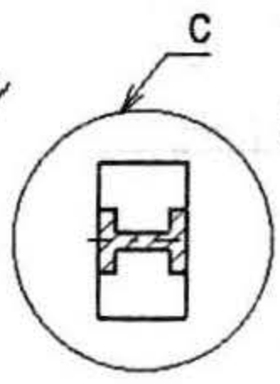
Front view
Scale: 1:1

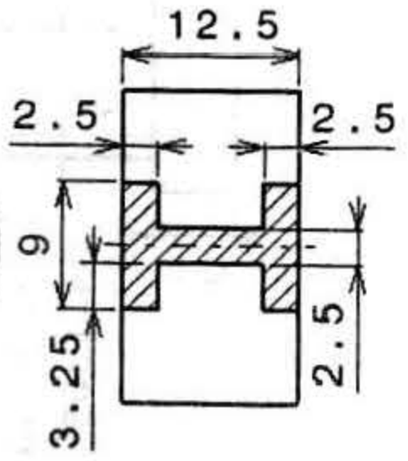


Isometric view
Scale: 1:2



Top view
Scale: 1:1



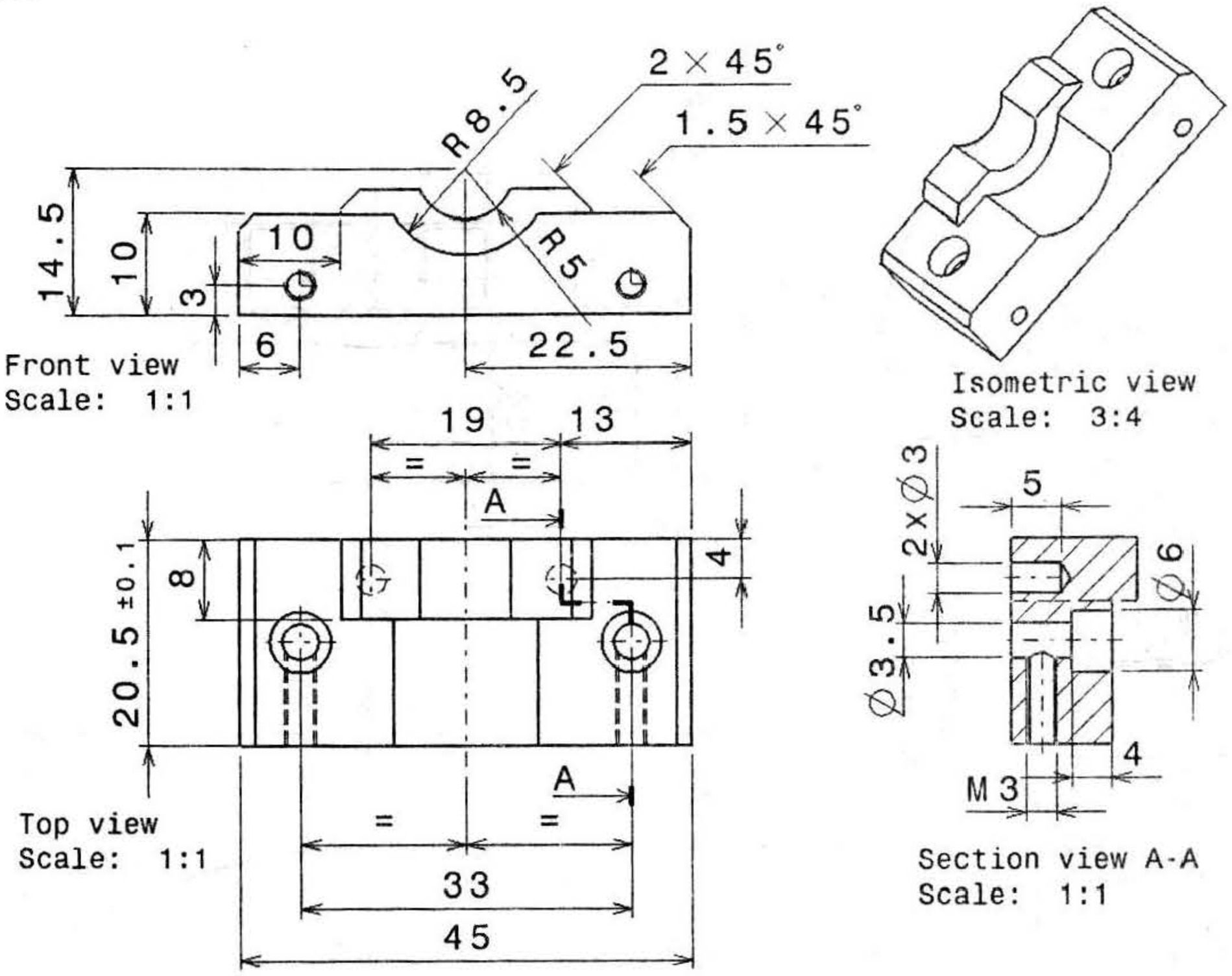


Section view A-A
Scale: 1:1

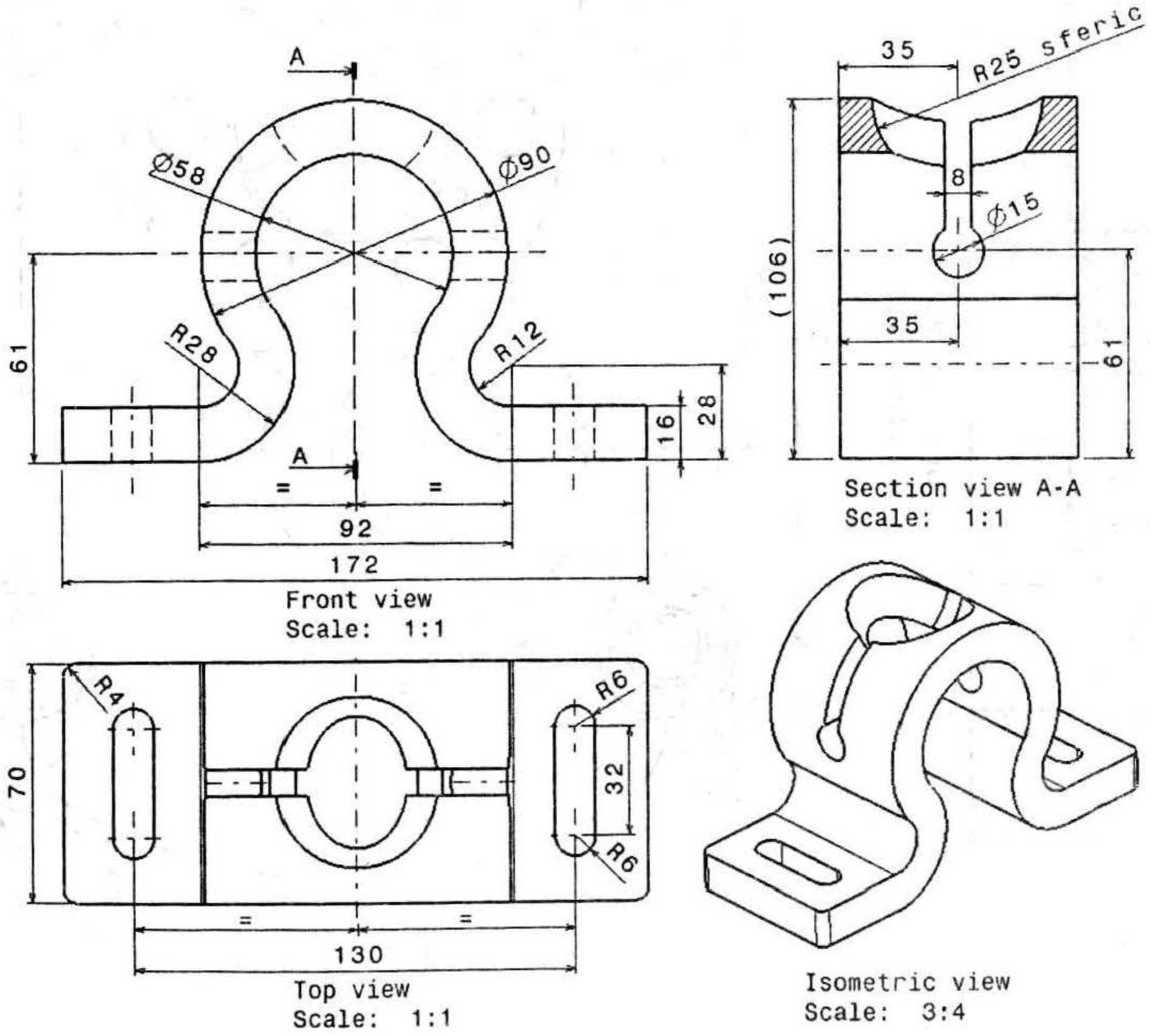
Section view B-B
Scale: 1:1

Detail C
Scale: 2:1

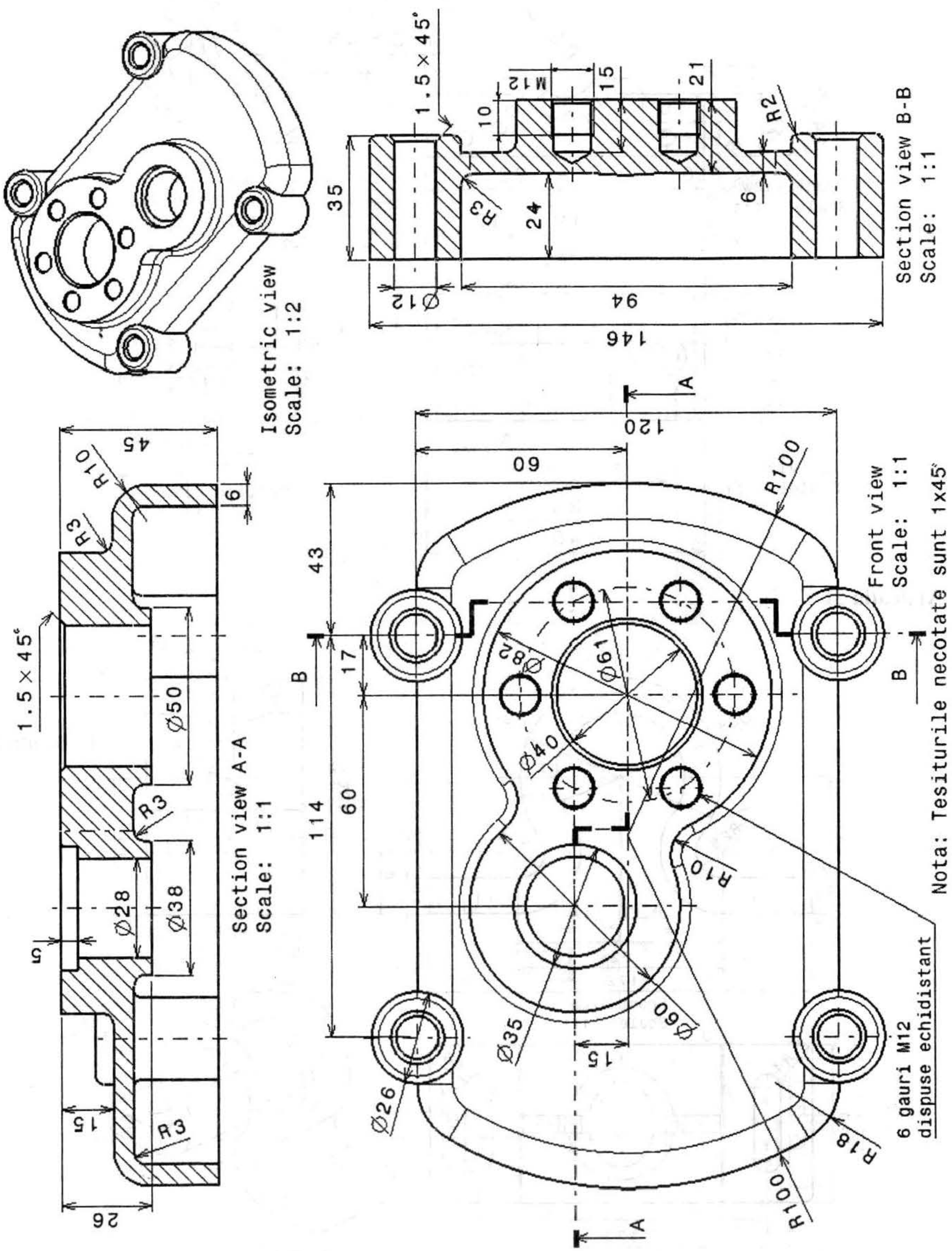
Aplicația 20



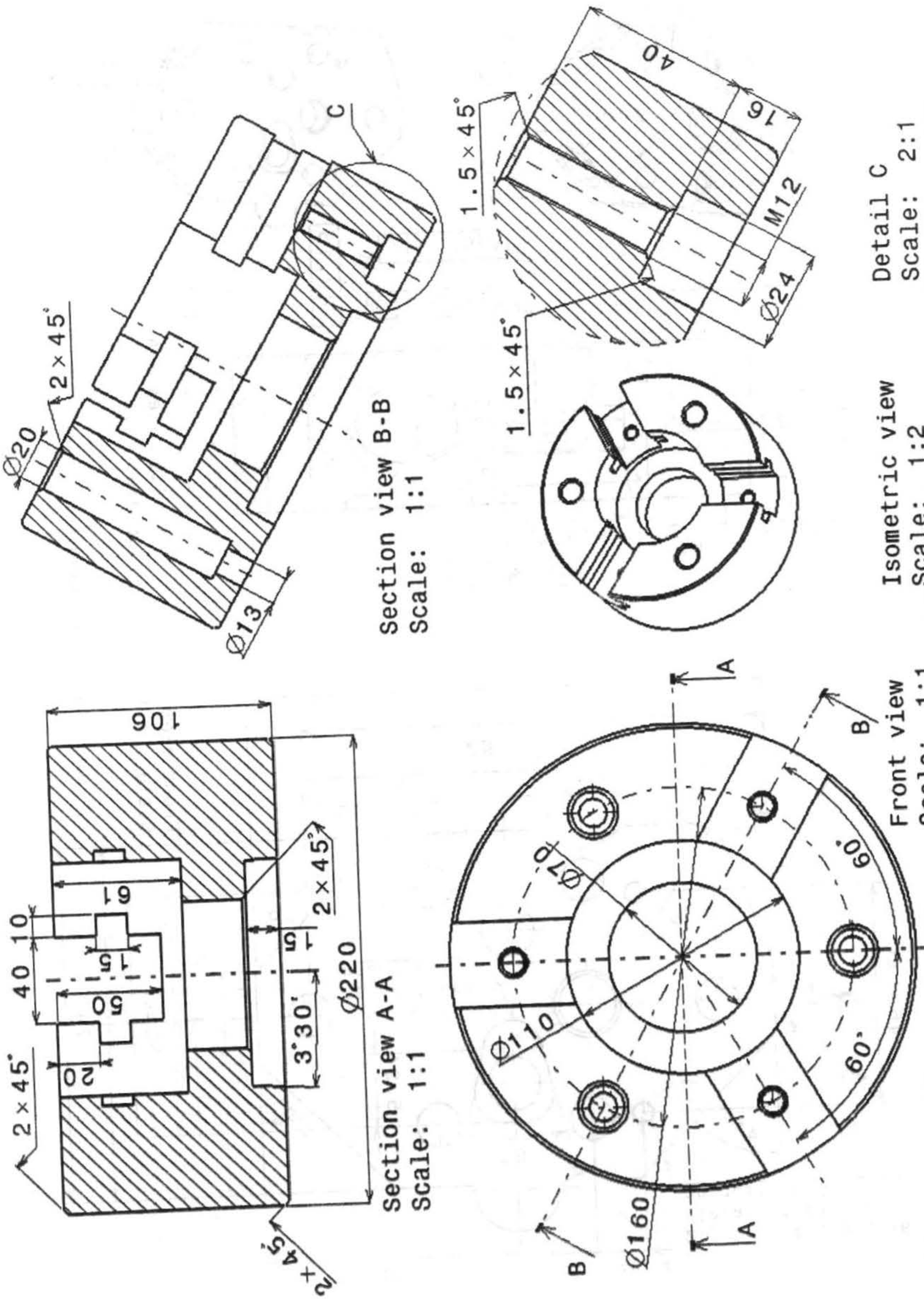
Aplicația 21



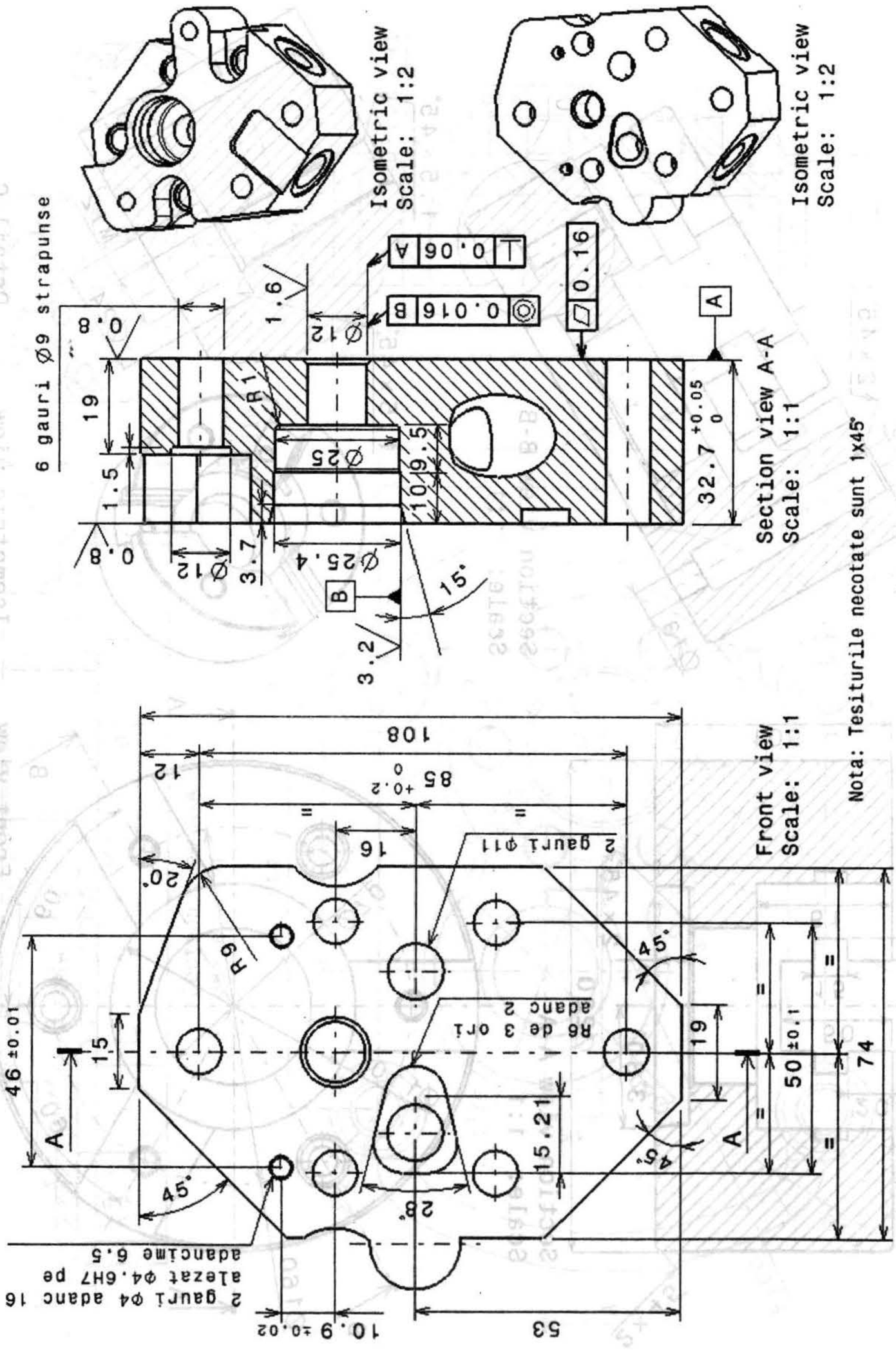
Aplicația 22



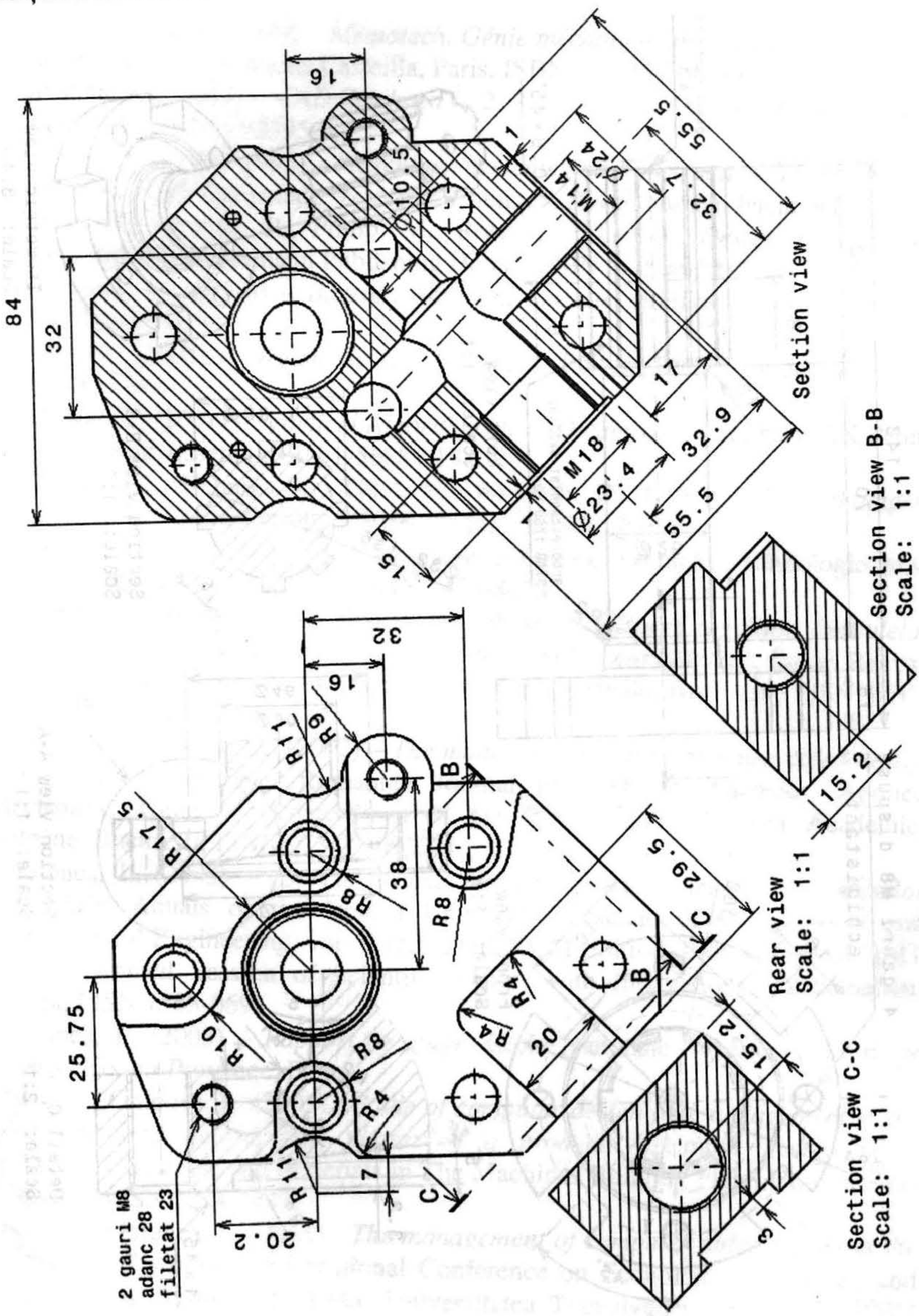
Aplicația 23



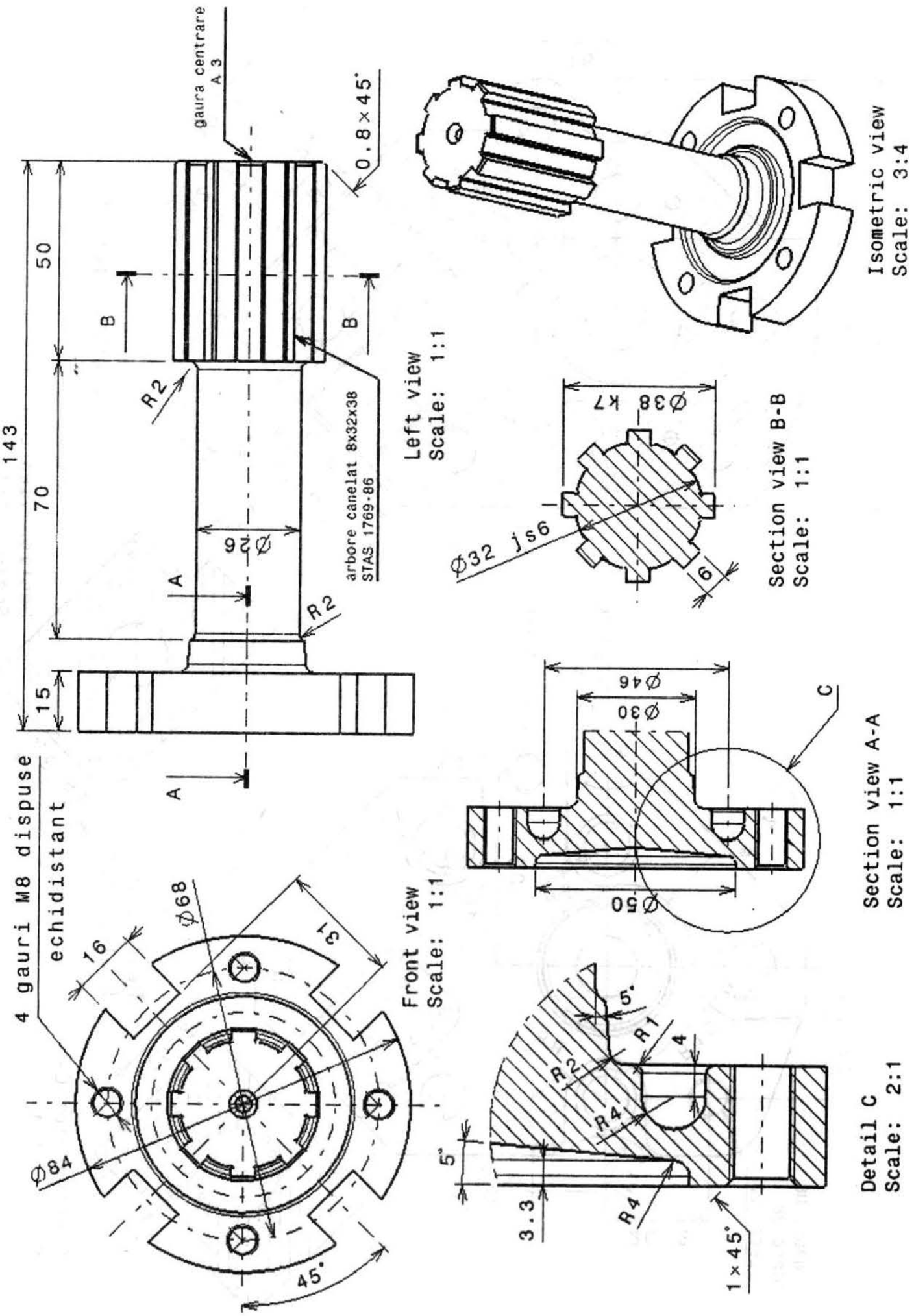
Aplicația 24



Aplicația 24 continuare



Aplicația 25



Bibliografie

1. Barlier, C., Poulet, (1999) – *Mémotech. Génie mécanique, productique mécanique.* Deuxième édition. Editions Casteilla, Paris, ISBN 2-7135-2063-0.
2. Bernstein, H., (2003) – *CAD Zeichnen in 2, 2½ und 3D – Darstellungen.* Springer Verlag, ISBN 3-8007-2395-6.
3. Birkhofer, H., (1990-1995) – *Maschinenelemente und Konstructionslehre. Forschung.* T.H. Darmstadt. Veröffentlichungen, Dissertationen Fachbücher.
4. Cather, H., Monius, R., Philip, M., Rose, C., (2001) - *Design Engineering.* Butterworth – Heinemmann Publishing House, ISBN 0-7506-5211
5. Constantin, G., (2004) – *Bazele proiectării asistate.* Editura BREN, Bucureşti, ISBN 973-648-249-9.
6. Dobre, G., (2003) – *Organe de maşini.* Vol. I. Editura BREN, Bucureşti, ISBN 973-8143-99-2.
7. Ferguson, S., (2001) - *Practical Algorithms for 3D computer Graphics.* AK Peters Natiek, Massachusetts, ISBN 1-56881-154-3.
8. Fronober, M., Hennig, W., Thiel, H., Wiebach, H., (1986) – *Vorrichtungen, Gestalten, Bemessen, Bewerten.* VEB Verlag Technik, Berlin.
9. Ghionea, I., (2002) - *Business Process Reengineering.* Tehnică şi Tehnologie, nr.4, Editura Sincron Edit, Bucureşti, ISSN 1453-8423.
10. Ghionea, I., (2003) - *CATIA Knowledge Advisor. Utilizarea regulilor, formulelor şi reacţiilor pentru parametrizarea completă a unui motor hidraulic liniar.* Revista Tehnică şi Tehnologie, nr. 3/2003, Editura Tehnic Media, Bucureşti, ISSN 1453-8423.
11. Ghionea, I., Anania, D., (2002) – *The management of the computer aided design using virtual prototype.* Romanian Journal of Technical Sciences. Applied Mechanics, Tome 47. Proceedings of the ICMaS 2002, Editura Academiei Roſmâne, Bucureşti, ISBN 973-27-0932-4.
12. Ghionea, I., (2003) – *Aspecte privind metodologia de concepţie a produselor industriale.* Annals of the Oradea University, Fascicle of Management and Technological Engineering, vol. II (XII), CD-ROM Edition, Proceedings of "IMT Oradea" Annual Session of Scientific Papers with International Participation, Oradea, ISSN 1583-0691.
13. Ghionea, I., (2003) – *Rapport de stage.* Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Aix-en-Provence, Franţa.
14. Ispas, C., Ghionea, I., (2001) - *Stude of computer design and management in the conception and development phases of a product.* Optimum Technologies, Technologic Systems and Materials in The Machines Building Field, Universitatea din Bacău, ISSN 1224-7499.
15. Ispas, C., Ghionea, I., (2003) - *The management of computer aided design in the conception of products.* International Conference on Economic Engineering and Manufacturing Systems ICEEMS, Universitatea Transilvania din Braşov, ISBN 973-635-216-1.

16. Ispas, C., Ghionea, I., (2003) – *The management of informations and CAD in the conception and development phases of a product.* Scientific Bulletin. Serie C, Volume XVII, Fascicle Mechanics, Tribology, Technology of Machine Manufacturing, International Multidisciplinary Conference, 5th edition, Universitatea de Nord din Baia Mare, ISSN 1224-3264.
17. Ispas, C., Ghionea, I., Anania, D., (2004) – *Computer aided design and manufacturing optimization process for a set of spur gears of a gearbox.* Scientific Bulletin, Serie C, Vol. XVIII – Mechanics, Tribology, Machine Manufacturing Technology, Universitatea de Nord din Baia Mare, ISSN 1224-3264.
18. Ivan, N., V., (2001) – *Sisteme CAD/CAM. Algoritmi şi programe CAD-T.* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, ISBN 973-30-2760-x.
19. Mocian, I., (1999) – *Proiectare tehnologică asistată de calculator în construcţia de maşini.* Editura Universităţii Petru Maior, Tg. Mureş.
20. Orlov, P., (1977) – *Fundamentals of machine design.* Vol. 1, 2, 3, 4. Mir Publishers, Moscova.
21. Popescu, D., Popa, L., Ciobanu, L., Grigoroiu, E., Bucur, C., (2004) – *Îndrumar CAD CATIA V5R8.* Editura AIUS, Craiova, ISBN 973-700-011-0.
22. Pozdârcă, Al., Mocian, I., Nicoară, S., Albert, K., (2000) – *AutoCAD –Modelare spaţială.* Editura Universităţii Petru Maior Tg. Mureş, ISBN 973-99054-4-7
23. Rece, L., (2002) – *Ghid şi aplicaţii informatice de proiectare funcţională şi tehnologică a formelor pieselor în 3D.* Editura Matrix Rom, Bucureşti.
24. Sehyun M., Soonhung H., (2001) - *Knowledge-based parametric design of mechanical products based on configuration design method.* Pergamon expert systems with applications.
25. Simion, I., (2001) – *AutoCAD 2000. Aplicaţii.* Editura Teora, Bucureşti, ISBN 973-20-0454-1.
26. Stăncescu, C., (1993) – *AutoCAD. Manual de iniţiere.* Editura Fast, Bucureşti.
27. Stăncescu, C., Pârvu, C., Doicin, C., Cojocariu, Alupei, O., (2004) – *Album de proiectare 3D cu AutoCAD.* Editura Fast, Bucureşti, ISBN 973-86798-0-x.
28. Vasilescu, E., Marin, D., Zgură, A., Ioniţă, S., Raicu, L., Bendic, V., (1994) – *Desen tehnic industrial. Elemente de proiectare.* Editura Tehnică, Bucureşti, ISBN 973-31-0679-8.
29. Vlase, A., (1996) – *Tehnologia construcţiilor de maşini.* Editura Tehnică, Bucureşti, ISBN 973-31-0777-8.
30. Zapciu, M., Cojocaru, N., Gordelenco, P. (2002) – *Assembly design and main features to impose slides and joints conditions in CATIA.* Romanian Journal of Technical Sciences. Applied Mechanics, Tome 47. Proceedings of the ICMaS 2002, Editura Academiei Române, Bucureşti, ISBN 973-27-0932-4.
31. Zapciu, M., (2003) – *Fabricaţia asistată de calculator.* Editura Politehnica Press, Bucureşti, ISBN 973-8449-14-6.
32. Ziethen, D., (2003) – *Effiziente Konstruction mit Makros.* Hanser Verlag, München, ISBN 3-446-22347-9.
33. *** - CATIA V5R10., (2003) - *Documentaţie de firmă.* Dassault Systemes.